
3 1761 09374715 2





LE SYSTÈME
DU MONDE



PIERRE DUHEM
CORRESPONDANT DE L'INSTITUT DE FRANCE
PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

LE SYSTÈME DU MONDE

HISTOIRE DES DOCTRINES COSMOLOGIQUES

DE PLATON A COPERNIC

TOME PREMIER

PARIS
LIBRAIRIE SCIENTIFIQUE A. HERMANN ET FILS
LIBRAIRES DE S. M. LE ROI DE SUÈDE
6, RUE DE LA SORBONNE, 6

1913

AVANT-PROPOS

L'œuvre dont nous entreprenons aujourd'hui la publication aura de vastes proportions, pourvu que Dieu nous donne la force de l'achever. Cette ampleur eût effrayé le très grand désintéressement de nos éditeurs, MM. A. Hermann et fils, si aucune aide ne s'était offerte pour les seconder. Une généreuse subvention de l'Institut de France, une très importante souscription du Ministère de l'Instruction publique ont permis de mettre sous presse les volumes qui rassemblent les résultats de nos recherches. Peut-être ces pages apporteront-elles quelque utile renseignement au chercheur soucieux de connaître ce que les précurseurs de la Science moderne ont pensé du Monde, des corps qui le composent, des mouvements qui l'agitent, des forces qui l'entraînent. Que le lecteur auquel notre ouvrage aura, de la sorte, rendu quelque service, veuille bien, comme nous-même, garder toute sa reconnaissance pour ceux à qui sont dues cette subvention et cette souscription ; nous avons nommé M. G. Darboux, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, et M. Ch. Bayet, Directeur de l'Enseignement supérieur ; sans leur bienveillance, cet écrit n'eût pas vu le jour.

Bordeaux, 4 novembre 1913.

Pierre DUHEM.

Nunquam in aliqua ætate inventa fuit aliqua scientia, sed a principio Mundi paulatim crevit sapientia, et adhuc non est completa in hac vita.

(Fratris Rogeri BACON *Compendium studii*, cap. V)

PREMIÈRE PARTIE

LA COSMOLOGIE HELLÉNIQUE

CHAPITRE PREMIER

L'ASTRONOMIE PYTHAGORICIENNE

I

POUR L'HISTOIRE DES HYPOTHÈSES ASTRONOMIQUES, IL N'EST PAS DE COMMENCEMENT ABSOLU. — L'INTELLIGENCE DES DOCTRINES DE PLATON REQUIERT L'ÉTUDE DE L'ASTRONOMIE PYTHAGORICIENNE.

En la genèse d'une doctrine scientifique, il n'est pas de commencement absolu ; si haut que l'on remonte la lignée des pensées qui ont préparé, suggéré, annoncé cette doctrine, on parvient toujours à des opinions qui, à leur tour, ont été préparées, suggérées et annoncées ; et si l'on cesse de suivre cet enchaînement d'idées qui ont procédé les unes des autres, ce n'est pas qu'on ait mis la main sur le maillon initial, mais c'est que la chaîne s'enfonce et disparaît dans les profondeurs d'un insondable passé.

Toute l'Astronomie du Moyen-Age a contribué à la formation du système de Copernic ; par l'intermédiaire de la Science islamique, l'Astronomie du Moyen-Age se relie aux doctrines helléniques ; les doctrines helléniques les plus parfaites, celles qui nous sont bien connues, dérivent des enseignements d'antiques écoles dont nous savons fort peu de choses ; ces écoles, à leur tour, avaient hérité des théories astronomiques des Égyptiens, des Assyriens, des Chaldéens, des Indiens, théories dont nous ne connaissons presque rien ; la nuit des siècles passés est tout à fait close, et nous nous sentons encore bien loin des premiers hommes qui aient observé le cours des astres, qui en aient constaté la régularité et qui aient tenté de formuler les règles auxquelles il obéit.

Incapables de remonter jusqu'à un principe vraiment premier, nous en sommes réduits à donner un point de départ arbitraire à l'histoire que nous voulons retracer.

Nous ne rechercherons pas quelles furent les hypothèses astronomiques des très vieux peuples, Égyptiens, Indiens, Chaldéens, Assyriens ; les documents où ces hypothèses sont exposées sont rares ; l'interprétation en est fort souvent si malaisée qu'elle fait hésiter les plus doctes ; toute compétence, d'ailleurs, nous ferait défaut non seulement pour juger, mais simplement pour exposer les discussions des orientalistes et des égyptologues.

Nous ne rapporterons pas non plus, du moins en général, ce que l'on a pu reconstituer des doctrines des anciens sages de la Grèce ; les minces fragments, parfois d'authenticité douteuse, auxquels leurs ouvrages sont maintenant réduits, ne nous laissent guère deviner comment leurs pensées sont nées les unes des autres, comment chacune d'elles s'est développée [1].

Résolument, c'est à Platon que nous ferons commencer cette histoire des hypothèses cosmologiques ; il est le premier philosophe dont les écrits utiles à notre objet nous soient parvenus entiers et authentiques ; le premier, par conséquent, dont nous puissions, au sujet des mouvements célestes, connaître toute la pensée ou, du moins, tout ce qu'il a voulu nous livrer de cette pensée.

Mais, tout aussitôt, nous voyons apparaître ce qu'il y a d'arbitraire, partant de peu rationnel, dans le choix d'un tel point de départ. Pour comprendre les théories astronomiques de Platon, il ne suffit pas d'étudier Platon, car ces théories ne sortent pas d'elles-mêmes ; elles prennent leur principe ailleurs et dérivent de plus haut. Ce que Platon a écrit touchant les mouvements célestes est constamment inspiré par l'enseignement des écoles pythagoriciennes et, pour bien comprendre l'Astronomie académique, il faudrait bien connaître auparavant l'Astronomie italique.

Nous voici donc amenés à dire quelques mots des doctrines astronomiques qui étaient reçues chez les Pythagoriciens, afin de mieux pénétrer celles que Platon professera.

1. Le meilleur guide que puisse trouver celui qui désire connaître les doctrines cosmologiques des Hellènes avant le temps de Platon, c'est l'ouvrage suivant :

Sir Thomas Heath, *Aristarchus of Samos, the Ancient Copernicus. A History of Greek Astronomy to Aristarchus together with Aristarchus's Treatise on the Sizes and Distances of the Sun and Moon. A New Greek Text with Translation and Notes*. Oxford, 1913.

II

CE QUE L'ON SOUPÇONNE DES DOCTRINES ASTRONOMIQUES DE PYTHAGORE

Les idées les plus fausses ont cours depuis longtemps sur les doctrines astronomiques de Pythagore, et les efforts des érudits parviennent malaisément à troubler ou à ralentir ce cours. Fréquemment, par exemple, on entend attribuer à Pythagore l'hypothèse qui explique le mouvement diurne des astres par la rotation de la Terre, alors que rien n'autorise à croire qu'il ait admis cette hypothèse.

Qu'est-il arrivé, en effet ? Dans les écrits d'Aristote, on a trouvé que certaines théories astronomiques étaient citées comme en faveur auprès des « Pythagoriciens ». On en a conclu tout aussitôt qu'elles avaient été imaginées par leur chef, l'illustre sage de la Grande Grèce. On oubliait que l'École pythagoricienne a duré de longs siècles, qu'elle était encore florissante au temps d'Aristote, et qu'entre le sixième siècle, où vivait son fondateur [1], et le quatrième siècle, où écrivait le Stagirite, ses doctrines avaient eu grandement le temps d'évoluer.

Qu'est-il encore arrivé ? Des polygraphes, des compilateurs que de longs siècles séparaient de Pythagore, nous ont rapporté sans critique tout ce que l'on contait de leur temps sur ce philosophe, transformé en une sorte de personnage légendaire ; et des historiens ont eu la naïveté d'accueillir ces propos comme s'ils venaient d'écrivains bien informés et dûment autorisés.

En un de ces mémoires dont la prodigieuse érudition et la prudente méthode ont fait faire de si grands progrès à l'histoire de la Science antique, Théodore-Henri Martin a entrepris de marquer ce que l'on pouvait dire, avec quelque certitude, de l'Astronomie de Pythagore [2]. Et, tout d'abord, il a fixé les règles qu'il faut suivre si l'on veut retrouver quelques traits authentiques de cette Astronomie.

Il ne faut pas attribuer à Pythagore ce qu'Aristote ou même d'autres auteurs plus modernes ont dit des systèmes astronomi-

1. On s'accorde à placer la vie de Pythagore entre les années 570 et 470 av. J.-C.

2. TH.-H. MARTIN, *Hypothèse astronomique de Pythagore* (*Bulletino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche et fisiche* pubblicato da B. BONCOMPAGNI, t. V, 1872, pp. 99-126).

ques des derniers Pythagoriciens. « Quelques-unes seulement de ces doctrines [1] sont attribuées expressément à Pythagore lui-même par des témoignages anciens que rien ne contredit ; il y a lieu de penser que celles-là remontent vraiment jusqu'à lui ; mais celles qu'aucun auteur ancien ne lui attribue sont probablement plus récentes. À plus forte raison, quand des auteurs anciens, qui connaissaient bien les doctrines des Pythagoriciens plus récents, attribuent unanimement à Pythagore des doctrines très différentes, doctrines qui ont dû naturellement précéder celles-là dans le développement de la Philosophie et des Sciences en Grèce, et qu'aucun Grec n'avait émises avant l'époque de Pythagore, il y a tout lieu de croire qu'elles lui appartiennent en propre ».

Lorsqu'on a trié, à l'aide d'un tel crible, les témoignages antiques, que reste-t-il que l'on puisse regarder comme reliques de l'Astronomie du fondateur de l'École italique ?

Il semble assuré, en premier lieu, que Pythagore enseignait que la terre est sphérique et qu'elle est immobile au centre du Monde.

Tout d'abord, il est bien certain que, longtemps avant l'époque d'Aristote, des Pythagoriciens soutenaient ces propositions ; en un de ses plus célèbres dialogues, Platon met en scène le pythagoricien Timée, et Timée enseigne ces doctrines. D'autre part, des témoignages divers et concordants affirment que cet enseignement était celui de Pythagore ; c'est ce que déclarent, par exemple, Alexandre Polyhistor, Diogène de Laërte [2] qui le cite, et Suidas [3].

Que Pythagore ait connu la loi du mouvement diurne des étoiles, cela ne fait l'objet d'aucun doute ; elle était familière aux philosophes grecs qui l'avaient précédé. Mais il semble qu'on lui doive attribuer un progrès très considérable sur la science possédée par ces philosophes ; il paraît avoir, le premier, discerné la loi du mouvement du Soleil.

Les philosophes grecs antérieurs au fondateur de l'École italique « n'ont prêté [4] au Soleil qu'un seul mouvement au-dessus de la Terre habitée, savoir un mouvement diurne d'Orient en Occident, un peu inférieur en vitesse au mouvement diurne des étoiles fixes dans le même sens, et accompagné seulement d'un écart annuel du Nord au Sud et du Sud au Nord. »

1. Th.-H. Martin, *Op. laud*, p. 101.
2. Diogenes Laertius, *De vitis, dogmatibus et apophtegmatibus clarorum philosophorum* lib. VIII, 25-26.
3. Suidas, *Lexicon*, au mot Πυθαγορὰς Σάμιος.
4. Th.-H. Martin, *Op. laud.*, p. 102.

Si nous en croyons les renseignements que nous fournissent Stobée [1] et le *De placitis philosophorum* faussement attribué à Plutarque [2], Pythagore serait parvenu à débrouiller cette marche, en apparence si compliquée ; il aurait compris que le mouvement du Soleil pouvait se décomposer en deux rotations ; de ces deux rotations, la première, dirigée d'Orient en Occident, s'accomplit autour des mêmes pôles et dans le même temps que la rotation diurne des étoiles ; en cette première rotation, le Soleil décrit, sur la sphère céleste, un cercle parallèle à l'équateur ; la seconde a lieu d'Occident en Orient, autour de pôles autres que ceux du mouvement diurne, et elle est parfaite en un an : il y a tout lieu de penser que Pythagore la regardait aussi comme uniforme ; en cette seconde rotation, le Soleil décrit, sur la sphère céleste un grand cercle, l'*écliptique*, dont le plan est incliné sur celui de l'équateur.

Le génie grec, si sensible à la beauté qu'engendrent les combinaisons géométriques simples, dut être singulièrement séduit par cette découverte ; elle fortifia en lui, si elle ne l'y fit germer, l'idée que le Monde, et particulièrement le Monde céleste est soumis aux règles éternelles des nombres et des figures ; elle suscita sans doute, en l'École pythagoricienne, la conviction que les cours des astres, quel qu'en soit le caprice apparent, se laissent résoudre en combinaisons de mouvements circulaires et uniformes ; empruntée aux Pythagoriciens par Platon, transmise de Platon à Eudoxe, cette conviction donnera naissance à l'Astronomie géométrique ; et elle ne cessera de dominer les divers systèmes de cette Astronomie qu'au jour où Képler aura l'incroyable audace de substituer le règne de l'ellipse au règne du cercle.

Après avoir si heureusement décomposé le mouvement du Soleil en deux rotations autour d'axes différents, Pythagore a-t-il complété sa découverte en décomposant de la même manière le cours de la Lune et des cinq planètes ? Eut-il l'idée de regarder la marche de chacun de ces astres errants comme la résultante de deux rotations, l'une, la rotation diurne, accomplie d'Orient en Occident et identique à celle des étoiles, l'autre accomplie d'Occident en Orient autour des pôles de l'écliptique, en un temps déterminé pour chaque astre et variable d'un astre à l'autre ?

Il est fort possible que l'Astronomie soit redevable à Pythagore de ce nouveau progrès.

1. STOBÆI *Eclogæ physicæ*, I, 23 (JOANNIS STOBÆI *Eclogarum physicarum et ethicarum libri duo*. Recensuit Augustus Meineke ; Lipsiæ, 1860. Tom. I, p. 138).
2. PSEUDO-PLUTARQUE, *De placitis philosophorum* lib. II, cap. XII, § 3.

Le péripatéticien Adraste, dont Théon de Smyrne nous a conservé en partie l'enseignement astronomique, indique vaguement [1] que Pythagore s'était occupé des révolutions lentes que les planètes exécutent dans le sens opposé à la révolution diurne des fixes.

Si ce progrès n'est pas l'œuvre même de Pythagore, il semble, en tous cas, qu'il ait été accompli de son temps et au sein des écoles de la Grande Grèce.

Sans être précisément disciple de Pythagore, Alcméon de Crotone, contemporain du grand philosophe, plus jeune que lui, habitant de la même ville, avait avec lui quelques rapports de doctrine [2]. Or Stobée [3], le Pseudo-Plutarque [4] et le Pseudo-Galien [5] nous apprennent qu'Alcméon et les *mathématiciens* « faisaient mouvoir les planètes en sens contraire du mouvement des étoiles fixes ». Ces *mathématiciens* ne sont-ils pas les premiers disciples de Pythagore ?

Tel est le bilan des connaissances astronomiques que nous pouvons, avec quelque vraisemblance, attribuer au fondateur de l'École italique et à ses premiers élèves ; ce bilan est beaucoup moins riche que celui qu'avaient dressé les historiens de la Science, alors qu'ils recevaient sans contrôle les légendes les plus douteuses ; en particulier, il ne permet aucunement de placer Pythagore au nombre des précurseurs de Copernic.

On aurait tort, d'ailleurs, de passer de cet excès à l'excès contraire et de faire fi de l'Astronomie italique.

« En introduisant en Grèce la notion de la sphéricité de la Terre et des mouvements propres du Soleil, de la Lune et des planètes [6], d'Occident en Orient, suivant des cercles obliques à l'équateur céleste, Pythagore et ses premiers disciples ont fait faire un grand pas aux notions astronomiques des Grecs. Cette gloire leur appartient ; on ne pourrait que la compromettre en leur attribuant des inventions et des mérites qui ne leur appartiennent pas. »

1. Theonis Smyrnæi Platonici *Liber de Astronomia cum* Sereni *fragmento*. Textum primus edidit, latine vertit Th.-H. Martin ; Parisiis, 1849. Cap. XXII, pp. 212-213. — Théon de Smyrne, *philosophe platonicien, Exposition des connaissances mathématiques utiles pour la lecture de Platon*, traduite pour la première fois en Français par J. Dupuis ; Paris, 1892, pp. 244-245.
2. Th.-H. Martin, *Op. laud.*, p. 108.
3. Stobæi *Eclogæ physicæ*, I, 24 ; éd. Meineke, t. I, p. 141.
4. Pseudo-Plutarque, *De placitis philosophorum* lib. II, cap. XVI, § 2.
5. Galien (Pseudo-), *Œuvres*, édit. grecque de Bâle, t. IV, p. 431.
6. Th.-H. Martin, *Op. laud.*, p. 126.

III

LE SYSTÈME ASTRONOMIQUE DE PHILOLAUS

Si Pythagore et ses premiers disciples fixaient la Terre au centre du Monde, on ne tarda pas, au sein de l'École italique, à admettre une hypothèse toute différente. De cette théorie nouvelle, Philolaüs paraît être l'inventeur.

Le pythagoricien Philolaüs naquit à Crotone selon Diogène de Laërte, et à Tarente selon les autres écrivains qui ont parlé de lui ; il vécut quelque temps à Héraclée de Lucanie, puis il alla se fixer à Thèbes en Béotie ; selon un passage du *Phédon* de Platon, il y résidait à la fin du ve siècle avant notre ère ; il fut donc contemporain de Démocrite et de Socrate.

Philolaüs avait rédigé un traité *De la Nature*, en trois livres. Il y exposait, pour la première fois, par écrit l'enseignement, jusqu'alors purement oral, de l'École pythagoricienne ; mais à cet enseignement, il apportait, surtout en ce qui concerne l'Astronomie, bien des modifications que n'eussent avouées ni Pythagore ni ses premiers disciples.

L'ouvrage de Philolaüs est aujourd'hui perdu ; mais, au sujet des doctrines astronomiques qu'il proposait, nous nous trouvons être assez exactement renseignés par les témoignages d'auteurs anciens qui avaient sous les yeux le traité *De la Nature*.

Aristote, en ses livres *Du Ciel*[1], discute d'une manière assez détaillée la théorie de Philolaüs ; à la vérité, il n'en nomme pas l'auteur ; il la met sur le compte de « ceux d'Italie que l'on nomme Pythagoriciens — Οἱ περὶ Ἰταλίαν, καλούμενοι δὲ Πυθαγόρειοι ». Le vague de cette indication a grandement contribué à faire attribuer à Pythagore lui-même ce qui était opinion de son disciple éloigné.

Simplicius, en commentant la discussion d'Aristote, y a ajouté quelques détails complémentaires empruntés, en partie, à un écrit perdu d'Aristote sur les doctrines pythagoriciennes ; d'autres écrivains, Stobée en particulier, et aussi le Pseudo-Plutarque, en son *De placitis philosophorum*, nous ont transmis de nouveaux ren-

1. ARISTOTE, *De Cœlo* lib. II, cap. XIII (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Ambroise Firmin-Didot, t. II, p. 403. — ARISTOTELES *græce*. Ex recensione Immanuelis Bekkeri edidit Academia Regia Borussica. Berolini, 1831. Vol. I, p. 293, col. a).

seignements, parfois même des citations textuelles du traité de Philolaüs.

Dès le début du XIXe siècle, les érudits ont été tentés par l'abondance des indications qui concernent la théorie astronomique de Philolaüs ; ils se sont efforcés de reconstituer cette théorie ; Schaubach en 1802 [1], Bœckh en 1810 et en 1819 [2] ont, les premiers, entrepris cette œuvre ; plus près de nous, Th.-H. Martin [3] et Giovanni Schiaparelli [4] y ont mis la main ; à moins que l'on ne découvre de nouveaux documents, il ne semble pas que l'on puisse rien ajouter à ce que ces divers auteurs nous ont appris.

Philolaüs est profondément convaincu des idées arithmétiques qui avaient cours en l'École de Pythagore. Selon un fragment de son ouvrage que Jamblique [5] et Syrianus [6] nous ont conservé, il admet que « les nombres sont la cause permanente de tout ce qui arrive dans le Monde ».

Un autre passage, cité par Jamblique [7], nous dit que « l'unité est le principe des nombres et de tout ce qui existe, et qu'elle est identique à Dieu ».

« Le Monde, dit encore un fragment reproduit par Strobée [8], le Monde est un, et le principe de l'ordre qui y règne est au centre. »

« Dieu, ouvrier du Monde, lisons-nous encore [9], a placé au centre de la sphère de l'Univers un feu dans lequel réside le principe du commandement. » Cette sphère de feu centrale, immobile, Philolaüs, en ce passage, la nomme le *foyer* (Ἑστία).

1. SCHAUBACH, *Geschichte der griechischen Astronomie bis auf Eratosthenes*, pp. 455 seqq. Göttingen, 1802.
2. BŒCKH, *De Platonico systemate coelestium globorum, et de vera indole astronomiae Philolaicae*. Heidelberg, 1810. Réimprimé, avec des additions importantes, dans : AUGUST BŒCKH'S, *Gesammelte kleine Schriften*. Bd. III : *Reden und Abhandlungen*, pp. 266-342 ; Leipzig, 1866. — BŒCKH, *Philolaos des Pythagoraers Lehren nebst Bruchstücke seines Werkes*, Berlin, 1819.
3. TH.-H. MARTIN, *Hypothèse astronomique de Philolaüs* (*Bulletino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche* pubblicato da B. BONCOMPAGNI, t. V, 1872, pp. 127-157).
4. G. V. SCHIAPARELLI, *I precursori di Copernico nell' Antichità. Ricerche storiche*. Lette nell' adunanza del 20 febbrajo 1873 in occasione del 400° anniversario della nascita di Copernico [*Memorie del R. Instituto Lombardo di Scienze e Lettere ;* classe di Scienze mathematiche i naturali. Vol. XII (série III, vol. III) 1873, pp. 381-391].
5. JAMBLIQUE, *Sur l'Arithmétique de Nicomaque*, éd. Tennulius, p. 11.
6. SYRIANI *antiquissimi interpretis in II. XII. et XIII. Aristotelis libros Metaphysices Commentarius, a Hieronymo Bagolino, præstantissimo philosopho, Latinitate donatus*. In Academia Veneta, MDLVIII. Lib. XII, cap. IV, fol. 71, verso. — ARISTOTELIS *Opera*. Edidit Academia Regia Borussica. Vol. V. ARISTOTELIS *qui ferebantur librorum fragmenta. Scholiorum in Aristotelem supplementum. Index Aristotelicus*. Berolini, 1870. Fol. 902, col. a.
7. JAMBLIQUE, *Op. laud.*, p. 109.
8. STOBÆI *Eclogæ physicæ*, I, 15 ; éd. Meineke, p. 97.
9. STOBÆI *Eclogæ physicæ*, I, 21 ; éd. Meineke, p. 127.

Au sujet de cette première hypothèse essentielle de l'Astronomie philolaïque, les témoignages abondent. Voici d'abord celui d'Aristote [1] : « Les Pythagoriciens..... croient qu'au corps le plus noble convient la plus noble place, que le feu est plus noble que la terre, que les lieux terminaux sont plus nobles que les lieux intermédiaires, enfin que les lieux terminaux sont l'espace extrême et le centre. De là ils concluent par analogie que ce n'est pas la terre qui occupe le centre de la sphère du Monde, mais le feu. En outre, ces Pythagoriciens pensent que ce que l'Univers a de plus important est aussi le poste qu'il est le plus digne de garder ; et comme le centre est ce lieu le plus important, ils le nomment le poste de garde de Jupiter (Διὸς φυλακή) ».

Aristote s'exprimait à peu près de la même manière en son traité *Sur les doctrines pythagoriciennes*, d'après ce que nous en rapporte Simplicius [2].

Chalcidius, commentant le *Timée* de Platon, nous dit aussi [3] que les Pythagoriciens nomment le feu central *Jovis custos* ; il ajoute qu'il est, à leur avis, le principe de toute matière ; que par lui, la Terre, l'*Antichthone* dont nous parlerons tout à l'heure et, sans doute, tous les autres astres sont mus en cercle.

Ce feu central recevait de Philolaüs les noms les plus variés et les plus propres à en exprimer l'excellence ; au dire de Stobée [4], il le nommait foyer de l'Univers (τοῦ Παντός ἑστία), demeure de Jupiter, mère des Dieux, autel, lieu, mesure de la Nature.

Le feu central, siège de la Divinité et principe des mouvements célestes, n'est pas le seul feu qui soit dans l'Univers ; nobles tous deux, les deux termes extrêmes doivent, Aristote nous l'a dit, être occupés par la plus noble des substances, par le feu ; aux confins de l'Univers, donc, s'étend une région ignée. Stobée [5] vient con-

1. ARISTOTE, *De Cœlo* lib. II, cap. XIII (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Firmin-Didot, t. II, p. 403 ; éd. Bekker, t. I, p. 293, col. a).

2. SIMPLICII *In Aristotelis de Cœlo libros commentaria ;* in lib. I, cap. XIII (SIMPLICII *Commentarius in IV libros Aristotelis de Caelo*. Ex rec. Sim. Karsteni, Trajecti ad Rhenum, MDCCCLXV, pp. 229-230. SIMPLICII *In Aristotelis de Caelo commentaria*. Edidit I. L. Heiberg, Berolini MDCCCLXXXXIV, p. 513). — Les commentaires sur la *Physique* et sur le *De Cœlo* d'Aristote rédigés à Athènes, au VIe siècle de notre ère, par Simplicius, sont une mine inépuisable de renseignements précieux. Simplicius résume ou cite textuellement une foule d'ouvrages aujourd'hui perdus. L'exactitude de ces résumés et de ces citations est garantie par la très grande valeur intellectuelle du commentateur.

3. CHALCIDII *Commentarius in Timæum Platonis*, § CXXI (*Fragmenta philosophorum græcorum*. Collegit F. Mullachius. Vol. II, p. 209 ; Paris, Ambroise Firmin-Didot).

4. STOBÆI *Eclogæ physicæ*, I, 22 ; éd. Meineke, p. 134.

5. STOBÉE, *loc. cit.*

firmer sur ce point le renseignement qu'Aristote nous a donné ; il nous apprend que Philolaüs admettait l'existence d'un autre feu suprême, entourant le Monde.

L'espace compris entre le feu central et le *feu d'en haut* (ἄνωθεν πῦρ) était partagé [1] en trois domaines concentriques.

La région la plus élevée, la plus voisine du feu supérieur, recevait le nom d'Olympe (Ὄλυμπος) ; là, les éléments se trouvent à l'état de pureté parfaite ; c'est là, sans doute, que Philolaüs plaçait les étoiles fixes.

Au-dessous de l'Olympe, s'étend le *Monde* (Κόσμος) ; lorsqu'au travers du Monde, on descend du feu suprême vers le feu central, on rencontre d'abord les cinq planètes, puis le Soleil, enfin la Lune.

Tous ces astres tournent autour du feu central, dont ils reçoivent le mouvement. Le Soleil n'est pas lumineux par lui-même ; c'est une masse transparente comme le verre qui reçoit l'illumination du feu d'en haut et la renvoie vers nous [2].

Au-dessous du *Monde* [3] entre la Lune et le feu central, s'étend la région que Philolaüs nomme le Ciel (Οὐρανός) ; « c'est en cette région que se trouvent les choses soumises à la génération, apanage de ce qui aime les transmutations. — Ἐν ᾧ τὰ τῆς φιλομεταβόλου γενέσεως ».

En ce système de Philolaüs, nous voyons s'affirmer un principe que l'Astronomie platonicienne gardera jalousement, que l'Astronomie péripatéticienne modifiera pour le renforcer, et qui, à de bien rares exceptions près, s'imposera à tous les physiciens jusqu'aux temps modernes. Ce principe consiste à établir une opposition radicale entre la région sublunaire et la région qui s'étend depuis la Lune jusqu'aux confins de l'Univers.

Les corps qui se trouvent au-dessus de la Lune sont formés de feu pur ou d'éléments purs. Comme, en la substance de chacun de ces corps, il n'y a aucun mélange d'éléments divers, il n'y a, non plus, aucune aptitude à l'altération ni au changement ; chacun de ces corps est immuable ; il est, dès lors, éternel ; il n'a pas été engendré et ne saurait périr.

Les corps sublunaires, au contraire, sont tous des mixtes ; en chacun d'eux, les éléments sont mélangés en proportion variable ;

1. Stobée, *loc. cit.*

2. Pseudo-Plutarque, *De placitis philosophorum* lib. II, cap. XX ; — Stobæi *Eclogæ physicæ*, I, 25. — Achillis Tatii *Isagoge in Phænomena* (Petavii *Uranologia*, p. 138).

3. Stobæi *Eclogæ physicæ*, I, 22 ; éd. Meineke, pp. 134-135.

ces mélanges sont sujets aux changements et aux transformations de toutes sortes ; ils sont soumis à la génération et à la destruction.

Il convenait de signaler dès maintenant, alors que nous commençons à les distinguer, les premiers linéaments de cette doctrine dont nous aurons à constater, au cours des siècles, la durable fortune et la tyrannique emprise.

Pénétrons en l'Οὐρανός, en la région de la génération et du changement ; nous y trouvons la Terre.

La Terre tourne, d'Occident en Orient, autour du feu central ; ce mouvement est dirigé comme les mouvements du Soleil et des autres astres errants, mais il ne se fait pas dans le même plan que ces derniers ; la succession des jours et des nuits s'explique par les positions diverses que la Terre et le Soleil prennent, l'un à l'égard de l'autre, en leurs révolutions autour de Ἑστία.

Que telle soit bien, au sujet du mouvement de la Terre, la pensée de Philolaüs, des témoignages multiples nous en donnent l'assurance.

Le faux Plutarque [1] dit que la Terre décrit autour de Ἑστία un *cercle oblique* (κατὰ κύκλου λοξοῦ), mais dans le même sens que le Soleil et la Lune. Au *De Cœlo*, Aristote nous apprend [2] que, selon les Pythagoriciens, « la Terre est un des astres, et qu'elle tourne en cercle autour du centre, produisant ainsi le jour et la nuit ». Il s'exprimait plus explicitement encore en son écrit *Sur les doctrines pythagoriciennes*, dont Simplicius nous a gardé ce passage [3] : « Les Pythagoriciens disaient que la Terre devait être comptée au nombre des astres, qu'elle se mouvait autour du centre, ce qui changeait sa position par rapport au Soleil et produisait le jour et la nuit..... Ils nommaient la Terre *la caverne* (Ἄντρον) ; ils la regardaient comme l'instrument même du temps ; c'est elle, en effet, qui est la cause des jours et des nuits ; la partie de la Terre qui est tournée vers le Soleil et illuminée produit le jour ; la partie, au contraire, qui est tournée vers le cône d'ombre engendré par la Terre elle-même produit la nuit. »

En circulant autour du feu central, la Terre tourne toujours vers lui la même face, celle qui se trouve aux antipodes de la région habitée ; il en résulte que la vue de ce feu central est constamment dérobée aux humains.

1. Pseudo-Plutarque, *De placitis philosophorum* lib. III, cap. XIII, § 2.
2. Aristote, *De Cœlo* lib. II, cap. XIII (Aristotelis *Opera*, éd. Firmin-Didot, t. II, p. 403 ; éd. Bekker, vol. II, p. 293, col. a).
3. Simplicii *Commentarii in Aristotelis De Cœlo* ; in lib. II cap. XIII (Éd. Karsten, p. 229 ; éd. Heiberg, pp. 511-512).

Il est également un astre que l'épaisseur même de la Terre cache sans cesse aux yeux des hommes ; c'est l'*Anti-terre* ou *Antichthone* (Ἀντίχθων). Voyons comment Philolaüs avait été conduit à postuler l'existence de ce corps.

Avec toute l'École pythagoricienne, il admettait, nous l'avons vu, que « les nombres sont la cause permanente de tout ce qui arrive dans le Monde ». Or, pour les Pythagoriciens, le nombre Dix était le nombre parfait ; aussi Philolaüs voulait-il que dix corps célestes tournassent autour du feu central ; la sphère des étoiles fixes, les cinq planètes, le Soleil, la Lune, la Terre enfin fournissaient neuf corps sidéraux ; il en fallait un dixième, d'où l'hypothèse de l'Anti-terre.

Que la pensée de Philolaüs ait bien suivi une telle démarche, nous le savons par des témoignages multiples.

« Il semble aux Pythagoriciens, dit Aristote en sa *Métaphysique*[1], que Dix est un nombres parfait et qu'il comprend en lui-même toute la nature des nombre ; ils affirment que dix est le nombre des corps qui sont mûs dans le Ciel ; et comme, seuls, neuf tels corps nous apparaissent, à titre de dixième, ils ajoutent l'Antichthone. »

Alexandre d'Aphrodisias, commentant ce passage de la *Métaphysique*, écrit plus explicitement[2] :

« Les Pythagoriciens réputaient que Dix était un nombre parfait ; d'autre part, les phénomènes leur montraient que neuf est le nombre des sphères en mouvement, savoir les sept sphères des astres errants, la huitième qui est celle des étoiles fixes, et la neuvième qui est celle de la Terre ; ils croyaient, en effet, que la Terre se meut en cercle autour du foyer fixe de l'Univers qui, selon eux, est constitué par le feu ; ils ajoutaient donc, en leurs doctrines, une sorte d'Anti-terre ; ils supposaient qu'elle se meut toujours à l'opposé de la Terre, et ils pensaient que, par cela même, elle demeure toujours invisible. Aristote parle encore de ces choses aux livres *Du Ciel* et, avec plus de détails, en son écrit *Sur les doctrines des Pythagoriciens*. »

C'est en se référant à cet ouvrage *Sur les doctrines des Pythagoriciens* que Simplicius[3] nous donne des renseignements qui concordent avec les précédents :

1. ARISTOTE, *Métaphysique*, livre I, ch. V (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Ambroise Firmin-Didot, t. II, p. 475 ; éd. Bekker, vol. II, p. 986, col. a).

2. ALEXANDRI APHRODISIENSIS *In Aristotelis Metaphysica commentaria*. Edidit Michael Hayduck. Berolini, 1891 ; in lib. I cap. V, pp. 40-41.

3. SIMPLICII *In Aristotelis De Cælo libros commentarii* ; in lib. II cap. XIII (Éd. Karsten, pp. 228-229 ; éd. Heiberg, pp. 411-512).

« Les Pythagoriciens disent que la Terre n'enveloppe pas le centre du Monde ; au milieu de l'Univers, ils placent le feu ; autour du feu se meut, affirment-ils, l'Antichthone qui, elle aussi, est une terre, mais que l'on nomme Anti-terre parce qu'elle se trouve à l'opposé de cette Terre-ci. Après l'Antichthone vient notre Terre qui, elle aussi, tourne autour du centre ; après la Terre vient la Lune. Voici, en effet, ce qu'Aristote lui-même conte vers la fin des *Pythagoriques* :

« La Terre, qui se comporte comme un des astres, se meut » autour du centre et sa disposition à l'égard du Soleil produit le » jour et la nuit. L'Anti-terre se meut aussi autour du centre, en » suivant la Terre. Nous ne la voyons pas, parce que la masse de » la Terre se trouve toujours entre elle et nous.

« Ce qu'ils affirment là », poursuit Aristote, « ils n'y parviennent » pas en cherchant, comme il convient de le faire, les raisons et les » causes des phénomènes ; mais, au contraire, ils sollicitent les » phénomènes dans le sens de certaines opinions et raisons qui » leur sont propres ; ils s'efforcent de les adapter à ces opinions, » ce qui est inconvenant au plus haut degré.

» Admettant, en effet, que le nombre Dix est un nombre par- » fait, ils ont voulu élever jusqu'à dix le nombre des corps qui se » meuvent en cercle. Selon ce désir, la sphère des étoiles fixes » leur donnant un premier corps, les astres errants sept autres » corps et notre Terre encore un, ils ont complété la dizaine au » moyen de l'Antichthone. »

Tous ces textes, et d'autres encore que nous pourrions emprunter à Stobée ou au *De placitis philosophorum*, s'accordent à nous apprendre que l'Anti-terre est plus voisine du feu central que la Terre. Ils s'accordent également à affirmer que l'Anti-terre tourne en même temps que la Terre, de telle sorte que les habitants de cette dernière, logés sur l'hémisphère qui ne peut apercevoir le foyer central, soient également incapables de voir l'Anti-terre. En sa rotation autour du foyer, l'Antichthone suit la Terre de manière à se trouver toujours en conjonction ou toujours en opposition avec elle pour un observateur qui se trouverait au centre du Monde.

De ces deux hypothèses, quelle est celle qu'admettait Philolaüs ? Le nom même d'Anti-terre (Ἀντίχθων) donné à l'astre hypothétique éveille l'idée que, par rapport au foyer, cet astre se trouvait toujours à l'opposé de la Terre. Le texte suivant du Pseudo-Plutarque[1] semble confirmer cette supposition :

1. PSEUDO-PLUTARQUE, *De placitis philosophorum* lib. III, cap. XI.

« Philolaüs le Pythagoricien disait que le feu se trouvait au milieu du Monde, car il était le foyer de l'Univers ; en second lieu venait l'Anti-terre ; puis, en troisième lieu, la Terre que nous habitons ; elle se trouve placée du côté opposé (ἐξ εναντίας κειμένη) et sa révolution entoure [celle de] l'Anti-terre ; il en résulte que les habitants de chacune de ces deux terres ne peuvent être aperçus de ceux qui se trouvent en l'autre. »

Il est naturel de penser que la région habitée de l'Anti-terre, comme la région habitée de la Terre, est celle que le feu central n'échauffe pas ; dès lors par rapport à ce feu central, il faut que la Terre et l'Anti-terre soient sans cesse en opposition, si l'on veut que les habitants de chacun de ces deux astres ne puissent jamais apercevoir l'autre astre. Il est vrai que le faux Plutarque ne nous dit pas que les habitants de l'Antichthone ne puissent apercevoir la Terre ; il nous affirme seulement qu'ils ne sauraient apercevoir les habitants de la Terre.

Encore qu'il eût imaginé l'Antichthone afin de porter à dix le nombre des corps qui tournent autour du feu central, Philolaüs devait chercher, parmi les phénomènes astronomiques, quelque indice qui révélât l'existence de ce corps invisible. Il crut trouver cet indice dans les éclipses de Lune.

Il remarqua qu'en un lieu donné de la Terre, les éclipses de Lune visibles sont plus fréquentes que les éclipses de Soleil ; il crut nécessaire, pour expliquer ce phénomène, d'invoquer d'autres éclipses de Lune que celles qui sont produites par la Terre ; ces éclipses supplémentaires, il les mit sur le compte de l'Anti-terre.

Ce point de la théorie philolaïque est encore un de ceux au sujet desquels les témoignages abondent.

Au *De Cælo*, Aristote nous dit [2] : « Certains croient qu'il peut exister des corps qui tournent autour du centre et que l'interposition de la Terre rend invisibles pour nous. A l'aide de cette supposition, ils expliquaient que les éclipses de Lune fussent plus nombreuses que les éclipses de Soleil ; ils disaient que les éclipses de Lune étaient produites non seulement par l'ombre de la Terre, mais encore par l'ombre de ces corps supposés [3] ».

1. Sur cette question, l'Antichthone est-elle en conjonction ou en opposition avec la Terre par rapport au feu central, Bœckh est demeuré dans le doute (Bœckh, *Vom Philolaischen Weltsystem ;* addition datée de 1863-1864 et insérée dans Bœckh's, *Gesammelte kleine Schriften*, Bd. III, pp. 320-342).

2. Aristote, *De Cælo* lib. II, cap. XIII (Aristotelis *Opera*, éd. Firmin-Didot, t. II, p. 403 ; éd. Bekker, vol. I, p. 293, col. b.).

3. Cette explication eut vogue même en dehors des écoles pythagoriciennes ;

Stobée vient ici confirmer[1] le témoignage d'Aristote : « Selon l'histoire écrite par Aristote et l'affirmation de Philippe d'Oponte, certains Pythagoriciens attribuent les éclipses de Lune à l'interposition soit de la Terre, soit de l'Anti-terre ». Ce Philippe d'Oponte, disciple de Platon, avait écrit sur les éclipses de Soleil et de Lune.

Le Pseudo-Plutarque nous apprend[2], lui aussi, que, selon certains Pythagoriciens, les éclipses de Lune sont produites soit par la Terre, soit par l'Anti-terre.

Dans le système de Philolaüs, la Terre n'occupe pas le centre du Monde ; elle est à une certaine distance de ce centre autour duquel elle tourne ; toutefois Philolaüs et ses disciples n'hésitaient pas, en la plupart des questions astronomiques, à raisonner comme si la Terre se trouvait au centre de l'Univers. « Selon eux, nous dit Aristote[3], la circonstance que la Terre est à une distance du centre égale au rayon du cercle qu'elle décrit n'empêche pas les phénomènes de nous apparaître comme si la Terre était au centre du Monde ; de même [dans le système que nous adoptons] maintenant, le fait que nous sommes à une distance du centre égale au rayon [terrestre] ne produit aucune différence sensible. »

Cette explication supposait que la distance de la Terre au centre du Monde fût une grandeur comparable au rayon terrestre et que les distances de la Terre aux astres fussent des grandeurs beaucoup plus considérables.

Plutarque (et non plus le Pseudo-Plutarque qui a écrit le *De placitis philosophorum*), Plutarque, disons-nous, nous apprend comment Philolaüs et ses disciples évaluaient ces diverses distances. « Beaucoup de philosophes, dit-il[4], introduisent à ce propos les idées pythagoriciennes et procèdent en triplant sans cesse les distances à partir du centre. Prenant le [rayon du] feu comme unité, ils comptent 3 jusqu'à l'Anti-terre, 9 jusqu'à la Terre, 27 jusqu'à la Lune, 81 jusqu'à Mercure, 243 jusqu'à Vénus, 729 jusqu'au Soleil ; ce dernier nombre est à la fois un carré et un cube ; aussi nomment-ils le Soleil le *carré-cube*. Ils obtiennent les autres distances par triplication successive. »

Anaxagore admettait aussi que nombre d'éclipses de Lune étaient produites par l'ombre de certains corps qui nous demeuraient invisibles (SCHAUBACH, *Geschichte der griechischen Astronomie bis auf Eratosthenes*, p. 456).

1. STOBÆI *Eclogæ physicæ*, I, 26 ; éd. Meineke, p. 153.

2. PSEUDO-PLUTARQUE, *De placitis philosophorum* lib. II, cap. XXIX.

3. ARISTOTE, *De Cælo* lib. II, cap. XIII (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Ambroise Firmin-Didot, vol. II, pp. 403-404 ; éd. Bekker, vol. II, p. 293, col. b).

4. PLUTARQUE, *De animæ procreatione in Timæo* cap. XXXI (PLUTARQUE, *Œuvres*, éd. Firmin-Didot, pp. 1257-1258).

De telles distances conviennent mal à l'explication qu'Aristote a rapportée ; le rayon de l'orbite lunaire n'est que le triple du rayon de l'orbite terrestre ; les phénomènes lunaires vus de la Terre seraient singulièrement différents de ceux que l'on observerait du centre du Monde. De plus, Mercure et Vénus sont ici placés entre la Lune et le Soleil ; les autres textes s'accordent à nous dire que Philolaüs plaçait les cinq planètes au-dessus de la Lune et du Soleil. Peut-être, donc, serait-il imprudent d'attribuer à Philolaüs les évaluations que Plutarque nous rapporte au sujet des distances des divers astres au centre du Monde.

En ce système de Philolaüs, un dernier point mérite éclaircissement.

La sphère des étoiles fixes y est constamment comptée au nombre des dix corps qui tournent autour du feu central ; cette sphère n'est donc pas regardée comme immobile ; un certain mouvement lui est attribué.

Bœckh avait cru pouvoir conclure de là [1] que Philolaüs connaissait le phénomène de la précession des équinoxes ; le même auteur a, d'ailleurs, renoncé plus tard à cette opinion, que Th. H. Martin a complètement réfutée [2]. Néanmoins, il paraît certain que Philolaüs attribuait à la sphère étoilée une certaine révolution autour du centre du Monde, révolution orientée comme celles des astres errants mais, vraisemblablement, plus lente que celle-ci. Le jour sidéral n'était donc pas égal à la période de la révolution de la Terre autour du Foyer ; il était un peu plus long.

Cette lente révolution du Ciel étoilé fut sans doute conservée par les Pythagoriciens postérieurs à Philolaüs qui remirent la Terre au centre du Monde, mais en lui donnant un mouvement de rotation autour de son axe ; en effet, Ptolémée constate [3] que, parmi eux, certains admettent que cette rotation de la Terre est accompagnée d'une rotation du Ciel autour du même axe, ces deux rotations étant tellement accordées que les rapports de la Terre et du Ciel soient sauvegardés.

Tel est ce système de Philolaüs, dont les auteurs les plus divers nous ont conservé de menus fragments et que la patience des érudits est parvenue à reconstituer. « Si on l'apprécie comme il con-

1. Bœckh, *Philolaos des Pythagoræers Lehren*, Berlin, 1819, p. 118.

2. Th.-H. Martin, *Mémoire sur cette question : La précession des équinoxes a-t-elle été connue des Égyptiens ou de quelque autre peuple avant Hipparque ?* Ch. II, § 2. Paris, 1869.

3. Claude Ptolémée, *Composition mathématique*, livre I, ch. VI ; trad. Halma, t. I, p. 19 ; Paris, 1813. — Claudii Ptolemaei *Opera quae exstant omnia*. Vol. I. *Syntaxis mathematica*. Edidit J. L. Heiberg. Pars I. Lipsiae, MDCCCLXXXXVIII. A′, ζ′, p. 24.

vient, dit G. Schiaparelli [1], en le reliant aux dogmes fondamentaux de la Philosophie pythagoricienne, il apparaîtra certainement comme l'une des plus heureuses inventions du génie humain. Et cependant, certains auteurs modernes, incapables de se transporter par la pensée à ces temps où toute la science était à créer à partir des fondations, en ont parlé avec mépris ; ils l'ont soumis aux mêmes règles de critique que s'il s'était agi de juger une œuvre scientifique actuelle. Ceux-là ne sont pas dignes de comprendre la puissance de spéculation qui était nécessaire pour joindre ensemble l'idée de la rotondité de la Terre, celle de son isolement dans l'espace, et celle de sa mobilité ; et pourtant, sans ces idées, nous n'aurions eu ni Copernic ni Képler ni Galilée ni Newton. »

Ce système a eu, dans les temps modernes, une singulière fortune.

Parmi les textes anciens qui lui ont suggéré ses hypothèses astronomiques, Copernic a cité, et à deux reprises, le passage du *De placitis philosophorum* où il est dit que Philolaüs considérait la Terre comme un astre et qu'il lui faisait décrire un cercle oblique autour du feu central. Il n'en a pas fallu davantage pour que nombre d'auteurs modernes fissent de Philolaüs l'inventeur de l'Astronomie héliocentrique et l'avant-coureur de Copernic. Gassendi, dont l'érudition était habituellement mieux informée, fut le premier, en sa *Vie de Copernic*, à donner cours à cette légende ; Ismaël Bouillaud en accrut la vogue lorsqu'en 1645, il intitula : *Astronomia philolaïca* l'exposé du système héliocentrique qu'il voulait substituer à celui de Képler ; Riccioli, Weidler, Montucla, Bailly, Delambre répétèrent à l'envi cette erreur que tant de textes formels, et si aisément accessibles, suffisaient à condamner. Rien n'égale la rapidité avec laquelle se répand l'erreur historique si ce n'est la ténacité qu'elle oppose aux tentatives de réfutation.

IV

HICÉTAS ET ECPHANTUS

L'astronomie de Philolaüs demeura sans doute longtemps en faveur dans les écoles qui suivaient les traditions de Pythagore. Lorsqu'Aristote discute cette doctrine, il l'attribue toujours non point à Philolaüs, mais aux Pythagoriciens, « à ceux d'Italie » ;

1. G. SCHIAPARELLI, *I precursori di Copernico nell' Antichità ; loc. cit.*, p. 388.

ces expressions, aussi bien que le soin avec lequel le Stagirite réfute cette hypothèse, semblent prouver qu'elle comptait, de son temps, de nombreux partisans parmi les philosophes de la Grande Grèce. Elle en eut même après lui, car Simplicius nous apprend[1] qu' « Archédème, qui vivait après Aristote, fut encore de cette opinion ».

Pendant le temps qui s'écoula de Philolaüs à Aristote, les Pythagoriciens imaginèrent encore d'autres systèmes astronomiques d'où l'hypothétique feu central et la non moins hypothétique Anti-terre se trouvaient exclus. L'un des systèmes qui se présenta ainsi à leur pensée est celui qui place la Terre au centre de l'Univers, mais la fait tourner d'Occident en Orient autour de l'axe du Monde, afin d'expliquer le mouvement diurne des astres.

Copernic, cherchant à autoriser de l'avis des anciens son Astronomie nouvelle, cite ou invoque à deux reprises un passage des *Académiques* de Cicéron ; voici ce passage[2] :

« Au dire de Théophraste, Nicétas de Syracuse professe l'opinion que le Soleil, la Lune et toutes les choses célestes demeurent immobiles, et que rien ne se meut dans le Monde, fors la Terre ; celle-ci, tournant autour de son axe avec une extrême vitesse, produit les mêmes apparences que l'on obtient en supposant la Terre fixe et le Ciel mobile. Certains pensent que, dans le *Timée*, Platon dit la même chose, mais d'une manière quelque peu plus obscure. »

Accordons quelque attention au commentaire de ce texte.

Le témoignage qu'il nous apporte mérite la plus entière confiance. Théophraste, le disciple préféré d'Aristote, avait écrit une *Histoire de l'Astronomie* en six livres ; le troisième livre de sa *Physique* était un traité *du Ciel ;* c'est assez dire quelle compétence il possédait pour parler des mouvements célestes.

Cicéron emprunte donc à Théophraste un renseignement sur les opinions d'un philosophe que la plupart des manuscrits nomment Nicétas ; ce philosophe se nommait en réalité non pas Nicétas (Νικήτας), mais Hicétas (Ἱκέτας) ; Diogène de Laërte, le Pseudo-Plutarque nous ont conservé son véritable nom ; Eusèbe le nomme Ἱκέτης. Ces auteurs, confirmant le dire de Théophraste, nous apprennent que cet astronome était de Syracuse ; ils nous apprennent aussi qu'il était pythagoricien ; mais du temps où il vécut, ils ne nous disent

1. Simplicii *In Aristotelis de Cœlo libros commentarii* (éd. Karstern, p. 229 ; éd. Heiberg, p. 513).
2. Ciceronis *Quæstiones Academicæ priores,* II, 39.

mot, et rien qui ait quelque probabilité n'a pu être conjecturé par les modernes.

Cicéron nous apprend, d'après Théophraste, que cet Hicétas, en donnant à la Terre un mouvement de rotation autour de son axe et en laissant tous les astres immobiles, expliquait tous les mouvements célestes. Cette manière de parler implique une impossibilité. L'erreur n'est assurément pas du fait de Théophraste ; celui-ci n'était pas homme à penser que la rotation terrestre pût expliquer autre chose que le mouvement diurne. Elle ne peut être que du fait de Cicéron, soit que celui-ci, rapportant sommairement le dire de Théophraste, ait négligé le contexte qui expliquait une phrase ambiguë, soit que la redondance coutumière à l'orateur l'ait conduit à forcer la pensée de l'auteur grec.

Nous pouvons, semble-t-il, regarder cette conclusion comme assurée : Le pythagoricien Hicétas de Syracuse expliquait le mouvement diurne des corps célestes par la rotation de la Terre autour de l'axe du Monde, mené par le propre centre de la Terre.

Au sujet des doctrines astronomiques d'Hicétas, nous possédons encore quelques renseignements qui nous sont fournis par Diogène de Laërte et par le faux Plutarque ; mais ces témoignages s'accordent malaisément avec celui de Théophraste, dont ils n'ont pas la valeur.

Diogène de Laërte rapproche l'opinion d'Hicétas de celle de Philolaüs : « Philolaüs, dit-il[1], fut le premier à prétendre que la Terre se meut en cercle ; d'autres assurent que ce fut Hicétas de Syracuse ».

Th. H. Martin s'est efforcé de prouver[2] que l'expression *se mouvoir en cercle* (κινεῖσθαι κατὰ κύκλον) pouvait s'entendre aussi bien du mouvement de rotation d'un astre autour d'un axe passant par son centre que d'une révolution autour d'un axe extérieur à sa masse ; en donnant à cette expression le premier de ces deux sens en ce qui concerne Hicétas et le second en ce qui concerne Philolaüs, on concilierait les dires de Diogène de Laërte avec ce que nous savons, de source autorisée, touchant les doctrines de ces deux astronomes. Mais Diogène n'y mettait sans doute pas tant de finesse ; pour rapprocher les noms de ces deux philosophes, il lui a suffi d'une vague analogie entre leurs doctrines.

1. Diogène de Laërte, lib. VIII, cap. LXXXV *(Vie de Philolaüs)*.

2. Th.-H. Martin, *Mémoires sur l'histoire des hypothèses astronomiques chez les Grecs et les Romains*. Première partie : *Hypothèses astronomiques des Grecs avant l'époque Alexandrine*. Chapitre V, § 2 (*Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, t. XXX, 2e partie, 1881).

Le texte du Pseudo-Plutarque semble établir un lien encore plus étroit entre le système d'Hicétas et celui de Philolaüs ; le voici [1] : « Thalès et ses successeurs disent qu'il y a une seule Terre ; le pythagoricien Hicétas deux, celle-ci et l'Antichthone ». L'hypothèse de l'Antichthone est ici attribuée non pas à Philolaüs, qui n'est pas nommé, mais à Hicétas, ce qui est absolument incompatible avec les opinions de ce dernier, telles que Théophraste nous les a fait connaître. D'ailleurs, quelques lignes plus loin, en cette compilation du faux Plutarque, c'est Philolaüs, et non plus Hicétas, qui est nommé [2] comme principal auteur de l'hypothèse de l'Anti-terre.

Bœckh [3] et Th.-H. Martin [4] ont conjecturé, avec beaucoup de vraisemblance, que le texte où le Pseudo-Plutarque nomme Hicétas était un texte mutilé, et qu'il devait se lire ainsi : « Thalès et ses successeurs disent qu'il y a une seule Terre ; Hicétas le pythagoricien, *une ; Philolaüs le pythagoricien*, deux, celle-ci et l'Antichthone ». La répétition du mot πυθαγόρειος a pu tromper le copiste.

D'Ecphantus nous ne savons guère plus de choses que nous n'en connaissons d'Hicétas.

« Ecphantus était [5], comme Hicétas, un pythagoricien de Syracuse. Les fragments moraux, assez étendus, que Stobée nous a conservés sous le nom d'Ecphantus sont certainement apocryphes ; mais la connaissance d'une partie de ses doctrines physiques nous a été transmise par des auteurs anciens. Elles offraient un mélange des doctrines des Pythagoriciens sur l'unité du Monde, sur sa forme sphérique, sur son étendue limitée et sur les mondes, avec les doctrines de Démocrite sur les atomes, et avec celles d'Anaxagore sur l'intelligence ordonnatrice. Ecphantus était donc postérieur à Anaxagore et à Démocrite, et, par conséquent, on ne peut pas faire remonter son époque au delà de la fin du ve siècle avant notre ère ou du commencement du ive ». Il dut être à peu près contemporain de Platon.

Si ce personnage nous est peu connu, en revanche des témoignages multiples et précis nous apprennent qu'il expliquait le mouvement diurne des astres en faisant tourner la Terre, d'Occident en Orient, autour de l'axe du Monde.

« Héraclide du Pont et Ecphantus le Pythagoricien, dit le

1. Pseudo-Plutarque, *De placitis philosophorum* lib. III, cap. IX.
2. Pseudo-Plutarque, *De placitis philosophorum* lib. III, cap. XI.
3. Bœckh, *Das kosmische System des Platon*, Berlin, 1852, pp. 124-125.
4. Th.-H. Martin, *loc. cit.*
5. Th.-H. Martin, *loc. cit.*

Pseudo-Plutarque [1] font mouvoir la Terre, non pas d'un mouvement qui la fasse changer de place, mais comme une roue, autour de son propre centre, d'Occident en Orient. »

Saint Hippolyte écrit de même [2] : « Un certain Ecphantus de Syracuse dit que la Terre, milieu du Monde, se meut autour de son propre centre [de l'Occident] vers l'Orient. »

Enfin Eusèbe répète [3], en l'explicitant, l'information du *De placitis philosophorum* : « Héraclide du Pont et Ecphantus de Syracuse font mouvoir la Terre, non pas d'un mouvement qui la fasse changer de place, mais d'un mouvement de rotation (τρεπτικῶς), à la façon d'une roue qui tourne autour d'un axe, d'Occident en Orient, autour de son propre centre ».

Entre le système de Philolaüs, qui fait tourner la Terre autour du feu central, et le système des pythagoriciens Hicétas et Ecphantus, qui la font tourner sur elle-même, doit-on voir un lien et peut-on établir une transition ? Giovanni Schiaparelli l'a pensé. Fort justement, il a fait remarquer [4] que les connaissances géographiques des Grecs s'étaient peu à peu étendues ; ils avaient pu converser aussi bien avec des Ibères des bords du Tage qu'avec des Indiens des rives du Gange, avec des insulaires de Thulé ou des habitants de Taprobrana ; nul des hommes qu'ils avaient pu rencontrer en la région accessible de la Terre n'avait jamais vu l'Antichthone ni le feu central se lever au-dessus de l'horizon ; force fut donc aux Hellènes de reléguer ces deux corps dans le domaine de la fantaisie.

Mais en renonçant au système de Philolaüs, les pythagoriciens en retinrent tout ce qu'ils en pouvaient conserver sans absurdité manifeste. « Ils conservèrent donc au feu central sa position et sa mission vivificatrice ; mais de la Terre et de l'Anti-terre, ils firent les deux hémisphères d'un astre unique ; au centre de cet astre, centre immobile et identique au centre du Monde, fut placé le foyer de l'Univers.

» En ce foyer, résidait le principe moteur de toutes les sphères ; la Terre, qui en était plus voisine que tout autre corps, devait tourner autour de ce foyer avec la rapidité la plus grande ; on attribua donc à la Terre le mouvement diurne autour des pôles de l'équateur. »

1. Pseudo-Plutarque, *De placitis philosophorum* lib. III, cap. XIII.
2. L'ouvrage de saint Hippolyte dont nous parlons ici est souvent attribué à Origène sous le titre : Origenis *Philosophumena sive omnium hæresium refutatio* ; [Origenis *Opera omnia*, accurante Migne, t. VI, pars III, lib. I, cap. XV (*Patrologiæ græcæ* tomus XVI, pars III) coll. 339-340].
3. Eusebii *Præparatio Evangelica*, lib. XV, cap. LVIII.
4. Giovanni Schiaparelli, *Op. cit.*, pp. 402-405,

Au temps d'Aristote, cette transformation du système de Philolaüs était déjà un fait accompli, dans les écoles pythagoriciennes ; dans ces écoles, semble-t-il, ceux qui tenaient encore pour le système de Philolaüs avaient la réputation d'hommes arriérés ; c'est du moins ce que nous devons conclure d'un texte [1] où Simplicius nous rapporte ce qu'Aristote disait en ses *Pythagoriques*.

Simplicius vient d'étudier, d'après cet ouvrage, le système de Philolaüs ; il poursuit ainsi :

« Aristote a exposé en ces termes les idées des Pythagoriciens ; mais ceux [d'entre eux] qui ont reçu en partage une connaissance plus exacte des ces choses (οἱ δὲ γνησιώτεριον αὐτῶν μεταςχόντες) placent au milieu le feu, doué de la puissance créatrice (δημιουργικὴ δύναμις) ; de cette position centrale, le feu vivifie toute la Terre et réchauffe ce qui, en elle, s'est refroidi. C'est pourquoi les uns le nomment la tour de Jupiter, comme Aristote le dit en ses *Pythagoriques*, d'autres le poste de Jupiter, comme cet auteur le rapporte en ces livres-ci [le *De Cælo*], d'autres encore le trône de Jupiter, selon ce que nous content certains écrivains.

» Ils disent que la Terre est un astre en ce sens qu'elle est l'instrument [de la mesure] du temps ; elle est, en effet, la cause des jours et des nuits ; en celle de ses parties que le Soleil illumine, elle produit le jour, en l'autre partie, qui se trouve au sein du cône d'ombre qu'elle engendre, elle produit la nuit. Ces Pythagoriciens donnent le nom d'Anti-terre à la Lune ; ils la nomment également *terre éthérée*, parce qu'elle peut intercepter la lumière du Soleil, ce qui est le propre de la Terre, et aussi parce qu'elle est la limite inférieure de la région céleste comme la Terre est la limite inférieure de la région sublunaire. »

Peut-être trouverait-on que ce texte n'est pas assez explicite ; peut-être lui reprocherait-on de ne pas dire assez nettement que le centre (τὸ μέσον) où se trouve le feu est à la fois le centre du Monde et le milieu de la Terre ; de ne pas affirmer assez clairement que la rotation de la Terre est la cause des jours et des nuits. Tout doute à cet égard sera levé par un second texte ; ce nouveau texte émane d'un scholiaste dont le nom nous est inconnu ; mais, assurément, ce scholiaste puisait aux mêmes sources que Simplicius ; voici ce qu'il nous dit [2] :

« Les Pythagoriciens enseignent que le feu créateur se trouve

1. SIMPLICII *In Aristotelis libros de Cælo commentarii,* in lib. II cap. XIII ; éd. Karsten, p. 229 ; éd. Heiberg, p. 512.

2. BRANDIS, *Scholia in Aristotelem,* pp. 504-505 (ARISTOTELIS *Opera.* Edidit Academia Regia Borussica. Vol. IV).

autour du milieu et du centre de la Terre (πῦρ εἶναι δημιουργικὸν περὶ τὸ μέσον τε καὶ κέντρον τῆς γῆς) ; c'est lui qui réchauffe la Terre et l'anime, c'est lui qui maintient l'ordre à sa surface. Ils disent que la Terre est un astre en tant qu'elle est un instrument [du temps]. Pour eux, l'Anti-terre est identique à la Lune. Ils la nomment une terre éthérée ; l'Univers ayant été divisé en douze parties, ils prennent les trois éléments pour la composer. Cet astre qui est en mouvement (Τοῦτο δὲ τὸ ἄστρον φερόμενον) » — c'est à la Terre que revient notre scholiaste, après avoir parlé de la Lune — « Cet astre qui est en mouvement fait la nuit et le jour ; la nuit, en effet, provient du cône d'ombre qu'il projette derrière lui ; le jour est en la région de la Terre qui est éclairée par le Soleil. Pour ces raisons, ils ont nommé le feu tour et poste de garde de Jupiter ; ils l'appellent aussi demeure de Vesta (Ἡστίας οἶκος) et trône de Jupiter ; le centre, en effet, est le siège des puissances conservatrices de ces dieux et la cause de l'union entre les parties de l'Univers ».

Parmi ces Pythagoriciens, mieux informés que les sectateurs de Philolaüs, dont Simplicius et le scholiaste anonyme viennent de nous faire connaître les doctrines, il nous faut sans aucun doute ranger Hicétas et Ecphantus ; ils étaient de ceux, en effet, qui ne mettaient pas la Terre hors du centre du Monde, pour la faire tourner autour d'un feu allumé en ce centre ; ils la faisaient tourner sur elle-même, mais il est vraisemblable qu'en la masse de ce corps, ils enfermaient le feu central.

Les divers textes cités en ce Chapitre représentent à peu près tout ce qui nous est parvenu de l'enseignement astronomique donné par les Écoles de la Grande Grèce ; ce sont documents bien fragmentaires, au moyen desquels il est fort malaisé de reconstituer les diverses doctrines professées par les Pythagoriciens au sujet des mouvements célestes, et de deviner comment ces doctrines ont pu dériver les unes des autres. Le peu que nous savons, toutefois, des systèmes élaborés par les Pythagoriciens pour rendre compte des mouvements célestes suffit à éveiller en nous l'étonnement et l'admiration ; on demeure surpris de la fécondité et de l'ingéniosité de la pensée hellénique ; à peine cette pensée se trouve-t-elle aux prises avec le problème astronomique, qu'elle en multiplie les essais de solution et qu'elle l'aborde par les voies les plus diverses. Tandis que nous continuerons à parcourir l'histoire de l'Astronomie grecque, ces sentiments d'étonnement et d'admiration ne cesseront de grandir.

CHAPITRE II

LA COSMOLOGIE DE PLATON

I

LES QUATRE ÉLÉMENTS ET LEURS IDÉES

Au moment d'aborder l'étude de la Cosmologie de Platon, on ne saurait se défendre d'un sentiment de crainte ; on est également effrayé et par la hauteur de la pensée qu'il s'agit d'interpréter et par les obscurités qui, trop souvent, en embrument les contours.

Platon a écrit un dialogue, le *Timée*, dont l'objet est d'exposer en détail la doctrine qu'il professait sur la composition du Monde ; mais des allusions à la Physique et à l'Astronomie se retrouvent en d'autres dialogues, au *Phédon*, dans *la République*, dans *les Lois ;* et, parfois, l'accord entre ces allusions et les enseignements du *Timée* ne se manifeste pas avec une entière évidence.

Constamment inspirées par la plus haute Métaphysique, les théories physiques et astronomiques de Platon sont, en outre, liées de la manière la plus intime à des analogies géométriques et arithmétiques où se retrouvent les tendances de l'École pythagoricienne ; et ce symbolisme mathématique est singulièrement propre à faire hésiter les commentateurs modernes à qui la Philosophie pythagoricienne apparaît comme un mystère.

En outre, la pensée de Platon s'exprime bien souvent sous la forme d'allégories dont les voiles poétiques laissent malaisément deviner les contours précis des propositions astronomiques.

Telles sont les difficultés que présente l'interprétation des doctrines platoniciennes ; elles sont si grandes que le sens de tel passage du *Timée* n'a cessé, depuis le temps d'Aristote, de provoquer des débats entre les commentateurs.

Donner, comme nous allons essayer de le faire, un exposé systématique et résumé de la Cosmologie platonicienne, c'est courir le très grand risque de fausser et de forcer la pensée du Maître en la fixant dans un cadre trop rigide et trop étroit ; nous espérons, toutefois, n'en pas défigurer à l'excès les lignes essentielles.

C'est au *Timée* que nous demanderons ce que Platon enseignait au sujet des éléments.

Dieu est bon[1] ; sa bonté exclut tout sentiment d'envie ; cette bonté le pousse à créer toutes choses de telle sorte qu'elles lui ressemblent autant que possible.

Il a donc voulu, à sa propre ressemblance, créer un être animé (ζῷον) qui comprît en lui tous les êtres animés et qui fût l'Univers.

Comme Dieu, qui est l'être animé absolu, est unique, l'Univers, fait à l'image de Dieu, imite l'unité divine ; il n'y a donc ni une infinité de mondes ni plusieurs mondes ; il n'y a, il n'y aura jamais qu'un seul Monde.

Ce Monde créé doit être de nature corporelle (σωματοειδές) ; il doit donc être visible et tangible. Or, en l'absence du feu, rien n'est visible ; rien n'est tangible qui ne soit solide, et sans terre, rien ne saurait être solide. Dieu a donc, au commencement, formé de feu et de terre le corps de l'Univers.

Mais la beauté de l'Univers veut qu'entre ces deux éléments extrêmes, le feu et la terre, un lien soit établi. Quel sera ce lien ? Par quels intermédiaires sera-t-il assuré ? A cette question, Platon donnera une réponse que lui suggèreront des comparaisons géométriques[2].

Entre deux grandeurs f et t, un intermédiaire est fourni par la moyenne proportionnelle x que définit, pour les algébristes modernes, l'égalité

$$\frac{f}{x} = \frac{x}{t}.$$

f et t étant donnés, x est déterminé par l'égalité

$$x = \sqrt{ft}.$$

Cette égalité, les Grecs la concevaient et l'énonçaient sous forme

1. PLATON, *Timée*, 29-31 (PLATONIS *Opera*. Ex recensione Schneideri édidit Ambroise-Firmin Didot, Paris, 1846 ; vol. II, pp. 205-206).
2. PLATON, *Timée*, 32 ; éd. cit., vol. II, p. 206.

géométrique : x est le côté du carré équivalent au rectangle dont f et t sont les côtés. La détermination de la longueur x est un problème de Géométrie plane dont la solution était assurément familière aux Pythagoriciens. Ce carré x^2, équivalent au rectangle dont f et t sont les côtés, est l'intermédiaire entre les deux carrés f^2, t^2, qui ont respectivement f et t pour côtés.

Si l'Univers était une figure plane sans épaisseur, il suffirait ainsi, entre le feu et la terre, d'un seul intermédiaire qui jouerait entre eux le rôle de la moyenne proportionnelle entre deux grandeurs ; mais l'Univers est un corps étendu selon les trois dimensions ; ce n'est pas aux problèmes de Géométrie plane qu'il faut comparer les questions dont il est l'objet ; c'est parmi les problèmes relatifs aux solides qu'il faut chercher des analogies.

Formons donc une question de Géométrie à trois dimensions qui soit comme l'extension du problème de la moyenne proportionnelle. Nous y parviendrons en cherchant, entre deux quantités données, f et t, deux autres quantités intermédiaires, a et e, telles que l'on ait

$$\frac{f}{a} = \frac{a}{e} = \frac{e}{t}.$$

Ces deux quantités a et e seront données par les formules

$$a = \sqrt[3]{f^2 t},$$
$$e = \sqrt[3]{f t^2}.$$

Énoncées, à la mode des Grecs, en langage géométrique, ces deux formules correspondent bien à deux problèmes solides : a est l'arête d'un cube équivalent à un prisme droit dont la hauteur est t et dont la base est un carré de côté f ; e est l'arête d'un cube dont la hauteur est f et dont la base est un carré de côté t ; ces deux cubes a^3, e^3 sont eux-mêmes intermédiaires entre les deux cubes f^3, t^3.

C'est par analogie avec ce problème que Platon adjoint au feu et à la terre deux éléments intermédiaires, l'air et l'eau ; le feu, l'air, l'eau, la terre seront les uns à l'égard des autres ce que sont les quatre grandeurs f, a, e, t.

« C'est pour cette raison qu'entre l'air et la terre, Dieu a mis deux éléments intermédiaires ; il a établi entre eux, autant que faire se pouvait, un même rapport, afin que l'air soit à l'eau comme le feu est à l'air, et que l'eau soit à la terre comme l'air est à l'eau. — Οὕτω δὴ πυρός τε καὶ γῆς ὕδωρ ἀέρα τε ὁ θεὸς ἐν μέσῳ θεὶς καὶ πρὸς ἄλληλα καθόσον ἦν δυνατὸν ἀνὰ τὸν αὐτὸν λόγον ἀπεργασάμενος

ὅτιπερ πῦρ πρὸς ἀέρα, τοῦτο ἀέρα πρὸς ὕδωρ, καὶ ὅτι ἀὴρ πρὸς ὕδωρ, ὕδωρ πρὸς γῆν... »[1].

L'Univers est donc maintenant visible grâce au feu, tangible grâce à la terre, uni par le ministère des deux éléments intermédiaires, l'air et l'eau[2].

Ces quatre éléments, d'ailleurs, nous les voyons constamment se transformer les uns dans les autres. « Ce qu'en ce moment nous nommons eau se transforme par concrétion, nous le constatons, et devient terre et pierres ; lorsqu'au contraire, elle devient plus fluide et se dissocie, l'eau se transforme en vapeur et en air ; l'air brûlant devient du feu ; inversement, le feu comprimé et éteint reprend la forme d'air ; l'air resserré et condensé devient nuage et brouillard ; le nuage et le brouillard, rendus plus compacts, s'écoulent en eau, et de cette eau s'engendrent de nouveau de la terre et des pierres. »

Sans cesse, l'espèce d'un élément se transforme en une autre espèce ; nous n'avons donc pas le droit, prenant une partie d'un élément, de dire c'est cela (τοῦτο) et point autre chose ; car le mot : *cela* implique, en ce que nous montrons, l'idée d'un objet persistant et stable ; pour exprimer cet état perpétuellement fuyant des éléments, nous devons user de mots qui désignent non pas la substance, mais la manière d'être ; nous ne devons pas dire c'est cela (τοῦτο), mais c'est de telle façon (τοιοῦτον), c'est tel que de l'eau, c'est tel que du feu.

Ce sentiment de l'état de transformation perpétuelle où se trouvent les éléments, sentiment si vif que pour désigner le feu, l'air, l'eau et la terre, Platon ne voudrait plus user de substantifs, mais seulement de qualificatifs, ce sentiment, disons-nous, paraît inspiré de la philosophie d'Héraclite. Mais voici que, tout aussitôt, nous entendrons Timée développer des pensées qui semblent apparentées aux doctrines de Démocrite.

1. Le sens de ce passage est si clair que l'on s'étonne du nombre de commentaires et de discussions auxquels il a donné lieu. Nicomaque, Jamblique, Chalcidius, Proclus, Macrobe dans l'Antiquité, Marcile Ficin lors de la Renaissance, ont discuté cette pensée de Platon. Chez les modernes, elle a été étudiée par :

August Bœckh, *De Platonica corporis mundani fabrica conflati ex elementis geometrica ratione concinnatis ;* Heidelberg, 1809. Réimprimé dans : August Bœckhs, *Gesammelte kleine Schriften*, Bd. III, pp. 229-252, Leipzig, 1866. Cette réimpression est accompagnée (pp. 253-265) d'une addition intitulée : *Excursus de geometricis inter plana et inter solida medietatibus ;* cette addition est datée de 1865.

Th.-H. Martin, *Études sur le Timée de Platon*, t. I, pp. 337 sqq. ; Paris, 1840.

Zeller, *Philosophie der Griechen*, 1859 (seconde édition), t. II, part. I, pp. 511 sqq.

2. Platon, *Timée*, 49 ; éd. cit., p. 217.

Ce corps particulier [1], que nous voyons et touchons, qui a maintenant l'aspect de l'eau, mais qui, tout à l'heure, sera de la terre ou de l'air, est-il la seule eau qui existe, ou bien au contraire, existe-t-il une eau en soi, de telle sorte que ce mot : *eau* désigne une réalité ? « Y a-t-il quelque chose qui soit le feu lui-même et par soi (ἆρ' ἔστι τι πῦρ αὐτὸ ἐφ' ἑαυτοῦ) ? Toutes ces substances, dont nous parlons toujours comme si elles étaient en soi et par soi, sont-elles ainsi en réalité ? Ou bien, au contraire, les corps que nous voyons de nos yeux, que nous percevons par l'intermédiaire de notre corps, sont-ils les seules choses qui aient une telle réalité ? Faut-il penser que hors d'eux, rien n'existe d'aucune manière ? Est-ce à tort que nous disons de chacun d'eux qu'il est d'une certaine espèce (εἶδος) que l'esprit conçoit ? Cette espèce n'est-elle rien d'autre qu'un mot ? »

On a dit, parfois, que le problème du Réalisme et du Nominalisme avait été posé par Porphyre ; il est difficile, cependant, d'en imaginer un énoncé plus net et plus formel que celui que nous venons d'entendre de la bouche de Platon.

La réponse [2], d'ailleurs, ne sera pas moins nette que la question : « L'espèce existe, se comportant toujours de la même manière, exempte de toute génération et de toute corruption, absolument incapable de recevoir en elle aucune autre espèce, incapable aussi de pénétrer en une espèce différente ; elle ne peut être perçue ni par les yeux ni par aucun sens ; elle n'est accessible qu'à la contemplation intellectuelle. Il existe aussi une seconde chose que l'on désigne par le même nom, qui est faite à la ressemblance de l'εἶδος ; cette chose tombe sous les sens, elle a commencement, elle est sans cesse en mouvement, elle vient occuper un certain lieu, puis elle en est chassée. »

Ce mouvement continuel des choses concrètes qui sont susceptibles de génération et de corruption suppose une troisième réalité, l'espace, capable de fournir à ces choses le lieu que le mouvement leur fait occuper puis délaisser. Voyons donc ce que Platon enseignait au sujet de cet espace, et comparons-le à ce que ses prédécesseurs avaient dit du même sujet.

1. PLATON, *Timée*, 51 ; éd. cit., p. 219.
2. PLATON, *Timée*, 52 ; éd. cit., p. 219.

II

LE PLEIN ET LE VIDE SELON LES ATOMISTES

Le géomètre le plus expert ne saurait définir l'espace ; mais des hommes qui ont étudié, si peu que ce soit, à la Géométrie peuvent, entre eux, parler de l'espace sans crainte de ne point s'entendre ; ils savent tous ce qu'on peut affirmer de l'espace et ce qu'on en peut nier ; ils y conçoivent tous de la même manière des points, des lignes, des surfaces ; ils accordent tous que par deux points quelconques, on peut faire passer une ligne droite qui n'est bornée ni dans un sens ni dans l'autre ; ils savent aussi qu'il n'est pas de limite inférieure à la petitesse du segment que deux points peuvent marquer sur une telle ligne.

Il en est du temps comme de l'espace. On demandait à Lagrange une définition du temps. « Savez-vous ce que c'est ? » répondit-il à son interlocuteur ; « si oui, parlons-en ; si non, n'en parlons pas. » Tous les géomètres donc savent ce que c'est que le temps, car ils en parlent ; ils considèrent tous des instants successifs ou simultanés, des durées égales ou inégales.

L'union de la notion d'espace avec la notion de temps leur permet, d'ailleurs, de raisonner du mouvement. Dans l'espace, ils conçoivent des points, des lignes, des figures qui demeurent immobiles ou qui se meuvent, qui demeurent invariables de forme ou qui se déforment.

Aussi longtemps, donc, que les géomètres suivent le conseil de Pascal, qu'ils discourent de l'espace, du temps et du mouvement sans essayer de les définir, ils s'entendent parfaitement entre eux. Le désaccord survient, et quel désaccord ! lorsque les hommes veulent philosopher sur ces choses, lorsqu'ils prétendent dire quelle en est la nature et quelle en est la réalité.

Deux grands courants se dessinent alors en la pensée des philosophes.

Les uns admettent que le temps et le mouvement dont les géomètres discourent n'existent point hors de notre raison ; soit qu'ils les regardent comme des idées abstraites que la raison a tirées des perceptions, soit qu'ils les considèrent comme des formes préexistant en la raison et par lesquelles elle impose un ordre aux perceptions.

Les autres supposent que nos idées de temps et d'espace reproduisent fidèlement en nous des choses qui existent réellement hors de nous.

En la réalité extérieure à notre pensée il y a, selon ces derniers philosophes, un espace illimité qu'ils nomment l'*espace absolu*. Les corps que nous percevons occupent certaines portions de cet espace, et ces portions d'espace sont les *lieux* de ces corps. La réalité de l'espace n'est pas liée à la réalité des corps qui y trouvent leur lieu ; si un corps était anéanti, le lieu qu'il occupe demeurerait *vide* ; si tous les corps étaient anéantis, l'espace absolu n'en subsisterait pas moins, mais il serait l'*espace vide*.

De même qu'il existe un espace absolu, il existe un *temps absolu* dont la réalité ne dépend ni de notre pensée ni de l'existence des corps et de leurs changements.

Aux divers instants d'une même durée absolue, un corps peut demeurer au même lieu de l'espace absolu ; ce corps est alors en *repos absolu ;* un corps peut, au contraire, occuper des lieux différents à des instants différents ; il est alors en *mouvement absolu*.

Parmi les philosophes qui s'accordent à regarder comme vraies ces propositions, on peut encore distinguer les adeptes de diverses écoles, ainsi que nous aurons occasion de le noter. Mais on peut remarquer que les tenants de l'espace absolu et du mouvement absolu se sont surtout recrutés parmi les philosophes qui étaient en même temps géomètres.

Ces philosophes-géomètres ont-ils été victimes d'une illusion ? Ont-ils imprudemment cédé au désir de réaliser hors d'eux-mêmes les abstractions auxquelles se complaisait leur raison ? Nous ne discuterons pas ici cette question, car nous ne voulons pas faire œuvre de philosophe, mais d'historien. Or, pour que l'historien accorde de l'importance, en son exposition, à la doctrine de l'espace absolu et du mouvement absolu, il lui suffit qu'aux époques les plus diverses, de très grands esprits l'aient professée.

Cette doctrine, nous la rencontrons de bonne heure en la Philosophie grecque ; c'est elle qu'admettaient les anciens Atomistes, Leucippe et Démocrite, qui la tenaient peut-être des Pythagoriciens.

A la base de leur Métaphysique, Leucippe et Démocrite plaçaient cet axiome : Le non-être existe exactement au même titre que l'être. Le non-être, ils l'identifiaient à l'espace vide, tandis que les corps représentaient, pour eux, l'être.

« Démocrite, nous dit Plutarque [1] affirmait que le quelque-chose n'a pas plus d'existence que n'en a le rien-du-tout ; il donnait, en effet, le nom de quelque-chose au corps et le nom de rien-du-tout au vide. — [Δημόκριτος] διορίζεται μὴ μᾶλλον τὸ δὲν τὸ μηδὲν εἶναι. Δὲν μὲν ὀνομάζων τὸ σῶμα, μηδὲν δὲ τὸ κενόν. »

Aristote s'exprime plus explicitement encore [2] : « Leucipe et son ami Démocrite affirment que les éléments (στοιχεῖα) sont le plein (τὸ πλῆρες) et le vide (τὸ κενόν) ; le premier, ils disent que c'est l'être (τὸ ὄν), et le second que c'est le non-être (τὸ μὴ ὄν) ; de ces deux éléments, l'être est ce qui est plein et rigide (τὸ πλῆρες καὶ στερεόν), tandis que le non-être est ce qui est vide et sans résistance (τὸ κενόν καὶ μανόν). Le non-être donc, à leur avis, n'existe pas moins que l'être, car le vide n'existe pas moins que le corps. »

Dans cet espace vide, réellement existant au même titre que les corps pleins, ceux-ci se meuvent, et nul doute que Leucippe et Démocrite n'aient attribué à ce mouvement tous les caractères d'un mouvement absolu.

Cette doctrine qui loge les corps pleins dans un espace vide doué d'une réalité égale à celle des corps qu'il contient, toute l'École atomistique l'a professée ; Lucrèce, au premier livre de son *De rerum natura*, l'a formulée en de beaux vers :

Omnis, ut est, igitur, per se, Natura, duabus
Consistit rebus ; nam corpora sunt, et inane,
Hæc in quo sita sunt, et qua diversa moventur ;
Corpus enim per se communis deliquat esse
Sensus ; quo nisi prima fides fundata valebit,
Haud erit occultis de rebus quo referentes
Confirmare animi quicquam ratione queamus.
Tum porro locus, ac spatium, quod inane vocamus,
Si nullum foret, haud usquam sita corpora possent
Esse, neque omnino quoquam diversa meare ;
Id quod jam supera tibi paullo ostendimus ante.
 Præterea nihil est, quod possis dicere ab omni
Corpore sejunctum, secretumque esse ab inani ;
Quod quasi tertia sit rerum natura reperta.

. . . .

Ergo præter inane, et corpora, tertia per se
Nulla potest rerum in numero natura relinqui.

1. Plutarchus, *Adversus Coloten*, IV, 2.
2. Aristote, *Métaphysique*, livre I, ch. IV (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 474 ; éd. Bekker, vol. II, p. 985, col. b).

III

LA THÉORIE DE L'ESPACE ET LA CONSTITUTION GÉOMÉTRIQUE DES ÉLÉMENTS SELON PLATON

La Physique que Platon professe au *Timée* paraît étroitement reliée à la Physique de Leucippe et de Démocrite [1]. Le rôle que ceux-ci attribuaient au *non-être* au *rien-du-tout*, au *vide* (τὸ μὴ ὄν, τὸ μηδὲν, τὸ κενόν), Platon l'attribue à ce qu'il nomme *l'espace* (ἡ χώρα) [2].

Platon, nous l'avons vu, place d'abord au sommet de la réalité les idées des choses, idées qui ne sont susceptibles ni de génération ni de changement ni de destruction, idées qui ne tombent pas sous les sens, qui ne peuvent être connues que par l'intuition rationnelle (νόησις). Ces idées constituent proprement l'être permanent ou simplement *l'être* (τὸ ὄν).

Au degré le plus bas de la réalité, au contraire, se trouvent les être changeants, qui naissent et périssent, et qui sont connus par la perception sensible (αἴσθησις) ; l'ensemble de ces êtres, Platon le nomme souvent *la génération* (ἡ γένεσις).

A ces deux catégories d'êtres, Platon en adjoint une troisième, et cette troisième catégorie est constituée par *l'espace* (ἡ χώρα). « Voici, dit-il, quelle est, en résumé, l'expression de mon opinion : L'être, l'espace et la génération existent, et ces trois choses existent de trois manières différentes. Ὄν τε καὶ χώραν καὶ γένεσιν εἶναι, τρία τριχῆ ».

Pourquoi faut-il admettre l'existence de cet espace ? Le voici : Ce qui est soumis à la génération et à la corruption « est sans cesse en mouvement local ; il commence d'exister en un certain lieu puis, ensuite, il cesse d'être en ce lieu — πεφορημένον ἀεὶ, γιγνόμενόν τε ἔν τινι τόπῳ καὶ πάλιν ἐκεῖθεν ἀπολλύμενον. » Ce mouvement local, qui est, pour un être changeant, commencement d'existence en un

1. Sur les rapports des doctrines de Platon avec celles de Démocrite, voir :
ALBERT RIVAUD, *Le problème du devenir et la notion de la matière dans la Philosophie grecque depuis les origines jusqu'à Théophraste ;* thèse de Paris, 1905, § 215, pp. 309-311.
INGEBORG HAMMER JENSEN, *Demokrit und Plato (Archiv für Philosophie.* I. *Archiv für Geschichte der Philosophie*, Bd. XVI, pp. 92-105 et pp. 211-229 ; 1910).

2. Sur les diverses attributions de la χώρα dans Platon, voir ALBERT RIVAUD, *Op. laud.*, l. III, cc. II, III et IV ; pp. 285-315.

lieu, suivi de la disparition de cet être en ce même lieu, suppose un lieu qui demeure tandis que ce mouvement se produit. Ce lieu, ce n'est pas l'être absolu et idéal qui le peut fournir ; l'être permanent, en effet, « ne reçoit jamais en lui-même un autre être venu d'ailleurs, non plus qu'il ne pénètre jamais en aucun autre être — οὔτε εἰς ἑαυτὸ εἰσδεχόμενον ἄλλο ἄλλοθεν οὔτε αὐτὸ εἰς ἄλλο ποι ἰόν. » Ce lieu ne pourra donc se trouver qu'en un troisième genre d'être, en l'espace. Comme l'être absolu et idéal, l'espace est soustrait à la destruction ; mais il n'est pas, comme lui, impénétrable aux autres êtres ; à tous ceux qui naissent et meurent, il offre une place : « ... Τρίτον δὲ αὖ γένος ὂν τὸ τῆς χώρας ἀεὶ, φθορὰν οὐ προσδεχόμενον, ἕδραν δὲ παρέχον ὅσα ἔχει γένεσιν πᾶσιν. »

Cet espace, comment le connaissons-nous ? Platon nous dit qu'il ne tombe pas sous les sens par lesquels nous percevons les êtres changeants et corruptibles ; et, bien qu'il ne nous le dise pas, il admet sans doute que l'espace n'est pas, comme les idées pures, contemplé par l'intuition intellectuelle. « Il ne peut être atteint, poursuit l'auteur du *Timée*, que par un certain raisonnement hybride — ἁπτὸν λογισμῷ τινὶ νόθῳ. » Il est permis de penser que Platon désigne par ces mots le raisonnement géométrique qui tient à la fois de la νόησις et, par l'imagination qui l'accompagne, de l'αἴσθησις. C'est à peine, en tous cas, si ce raisonnement nous convainc de la réalité de l'espace ; celui-ci demeure « à peine croyable, μόγις πιστόν. »

La vision que nous avons de l'espace se peut comparer aux visions que nous croyons percevoir dans les rêves. C'est une vision de ce genre que nous possédons lorsque nous songeons à l'espace infini au sein duquel l'Univers limité et sphérique est logé ; cet espace, où l'Univers trouve un lieu, est, en effet, absolument vide, car hors ce qui a son lieu en terre ou au ciel, il n'y a rien. Telles sont les pensées que Platon exprime en ces termes : « C'est cet espace que nous voyons comme en rêve lorsque nous disons : Il est nécessaire que l'être universel soit quelque part, en un certain lieu, et qu'il occupe un certain espace ; et d'autre part, ce qui n'est ni en terre ni quelque part dans le ciel, il est nécessaire que ce ne soit rien du tout — Πρὸς ὃ δὴ καὶ ὀνειροπολοῦμεν βλέποντες καί φαμεν ἀναγκαῖον εἶναί που τὸ ὂν ἅπαν ἔν τινι τόπῳ καὶ κατέχον χώραν τινὰ, τὸ δὲ μήτ' ἐν γῇ μήτε που κατ' οὐρανὸν οὐδὲν εἶναι ». Ainsi se trouve posé par Platon le problème du lieu de l'Univers, problème dont la préoccupation va hanter l'esprit de la plupart des philosophes dont nous aurons à parler.

Hors du Monde limité et sphérique, il y a donc, au gré de Platon,

un espace, nécessairement illimité, où cet Univers est logé, et dans cet espace, rien n'existe, en sorte qu'il est vide. Au sein même du Monde, Platon, à la différence des Atomistes, n'admet l'existence d'aucun espace vide ; il rejette l'opinion, professée par les Atomistes, selon laquelle l'existence du vide serait requise pour la possibilité du mouvement. En un langage [1] qui fait songer à celui qu'emploiera Descartes, il affirme que tout mouvement produit au sein de l'Univers, qui est absolument plein, est un mouvement tourbillonnaire qui se ferme sur lui-même. C'est au sujet de l'air évacué par notre respiration qu'il formule cette doctrine : « Il n'existe aucun vide où puisse pénétrer l'un des corps qui sont en mouvement ; lors donc que nous chassons le souffle hors de notre poitrine, il est manifeste à chacun, par ce qui vient d'être dit, que ce souffle ne s'en va pas dans le vide, mais qu'il chasse de son lieu l'air voisin ; l'air chassé, à son tour, chasse toujours celui qui lui est voisin ; par cette même nécessité, tout l'air se meut en cercle ; en la place que l'air quitte, un autre air entre comme s'il était adhérent à l'air qui s'est échappé, et il remplit cette place ; tout cet effet se produit simultanément à l'image d'une roue qui tourne autour de son axe, et cela parce que rien n'est vide. — Ἐπειδὴ κενὸν οὐδέν ἐστιν εἰς ὃ τῶν φερομένων δύναιτ' ἂν εἰσελθεῖν τι, τὸ δὲ πνεῦμα φέρεται παρ' ἡμῶν ἔξω, τὸ μετὰ τοῦτο ἤδη παντὶ δῆλον ὡς οὐκ εἰς κενὸν, ἀλλὰ τὸ πλησίον ἐκ τῆς ἕδρας ὠθεῖ · τὸ δ' ὠθούμενον ἐξελαύνει τὸ πλησίον ἀεὶ,.καὶ κατὰ ταύτην τὴν ἀνάγκην πᾶν περιελαυνόμενον εἰς τὴν ἕδραν, ὅθεν ἐξῆλθε τὸ πνεῦμα, εἰσιὸν ἐκεῖσε καὶ ἀναπληροῦν αὐτὴν ξυνέπεται τῷ πνεύματι, καὶ τοῦτο ἅμα πᾶν οἷον τροχοῦ περιαγομένου γίγνεται διὰ τὸ κενὸν μηδὲν εἶναι. »

A la vérité, si Platon ne reçoit pas en son Monde le vide des Atomistes, on ne peut pas dire non plus qu'il y mette ce que ces philosophes nommaient le plein, c'est-à-dire cette substance non définie, mais rigide et impénétrable, dont ils formaient les corps ; dans l'espace, dans la χώρα, Platon n'admet d'autres corps réels que des assemblages de figures géométriques.

Ce raisonnement hybride qu'est le raisonnement géométrique va, en effet, conduire Timée à figurer, dans l'espace, intermédiaire entre l'être et les apparences changeantes, les essences spécifiques du feu, de l'air, de l'eau et de la terre. La théorie des polyèdres réguliers lui découvrira ce que sont ces essences.

Timée décrit [2] d'abord les trois polyèdres réguliers dont les

1. PLATON, *Timée*, 79 ; éd. cit., p. 239.
2. PLATON, *Timée*, 54-56 ; éd. cit., pp. 221-222.

faces sont des triangles, savoir le tétraèdre, l'octaèdre et l'icosaèdre ; puis il définit le cube ; il est trop géomètre, sans doute, pour ignorer qu'il existe un cinquième polyèdre régulier, le dodécaèdre pentagonal, et c'est à celui-ci qu'il fait allusion lorsqu'il dit : « Il existe une cinquième combinaison dont Dieu a usé pour dessiner l'Univers » [1]. Mais les quatre premiers polyèdres représentent seuls les essences spécifiques des éléments.

« A la terre, nous donnerons l'espèce cubique ; entre les quatre genres d'éléments, en effet, la terre est la plus immobile ; parmi les corps, elle est la plus apte à se fixer ; il est donc nécessaire qu'elle ait les bases les plus fermes ». Or les bases carrées du cube assurent à la figure qui les présente une plus grande stabilité que les bases triangulaires des autres polyèdres.

Au feu, au contraire, nous attribuerons le polyèdre qui est le plus mobile parce que ses bases sont les moins nombreuses, qui est le plus aigu, le plus apte à diviser et à couper, en un mot le tétraèdre. A l'air et à l'eau qui sont, par leur mobilité décroissante, les intermédiaires entre le feu et la terre, nous donnerons l'octaèdre et l'icosaèdre.

Comment faut-il entendre cette correspondance entre les quatre éléments et les polyèdres réguliers ? Faut-il simplement regarder le cube, l'icosaèdre, l'octaèdre et le tétraèdre comme des symboles des essences spécifiques de la terre, de l'eau, de l'air et du feu ? Faut-il, au contraire, à l'imitation des sectateurs de Démocrite, imaginer que les corps élémentaires visibles et tangibles sont réellement des assemblages de telles particules polyédriques ? Que cette seconde opinion soit celle de Platon, il ne semble pas que l'on en puisse douter, lorsqu'on lit ce passage :

« Il est donc juste et vraisemblable de regarder la figure du solide tétraédrique comme étant l'élément et la semence du feu,

1. Selon Jean Philopon, voici comment il faut interpréter ce passage : De même que le dodécaèdre régulier à douze faces, de même Dieu a composé le Monde de douze globes emboîtés les uns dans les autres, savoir la terre, l'eau, l'air, le feu sublunaire, les sept orbes des astres errants et l'orbe des étoiles fixes (Ioannes Grammaticus Philoponus Alexandrinus *In Procli Diadochi duodeviginti argumenta de mundi æternitate*... Ioanne Mahotio Argentenae interprete. Lugduni, excudebat Nicolaus Edoardus, Campanus, 1557. In Procli Diadochi argumentum decimumtertium, p. 244. – Ioannes Philoponus *De aeternitate Mundi contra Proclum*. Edidit Hugo Rabe. Lipsiae, MDCCCXCIX. XIII, 18, pp. 536-537). Platon, en effet, dans le *Phèdre* et dans le V[e] livre des *Lois*, forme le monde de douze sphères concentriques ; mais il ne paraît pas absolument certain qu'il ait jamais admis, comme Aristote, une sphère de feu sublunaire ; on doit plus vraisemblablement supposer que la première sphère, pour lui comme pour les Pythagoriciens de son temps, était celle du feu central que la terre contient. Voir, à ce sujet, Th.-H. Martin, *Études sur le Timée*, Paris, 1841 ; tome II, note XXXVII, § 3, pp. 114-119, et note XXXVIII, pp. 141-143.

la seconde figure comme étant l'élément de l'air, la troisième comme étant l'élément de l'eau, [la figure cubique, enfin, comme étant l'élément de la terre]. Ces solides, il nous les faut concevoir si petits qu'il nous soit impossible de discerner isolément aucun d'eux en chaque espèce d'éléments ; mais lorsque ces solides se trouvent réunis en très grand nombre, nous voyons la masse qu'ils forment par leur ensemble. »

Comment cette opinion peut-elle être reçue sans contradiction ? Contre Leucippe et Démocrite, nous avons entendu Platon affirmer qu'il n'y avait pas de vide, que tout mouvement se produisait dans le plein absolu et prenait, partant, la forme tourbillonnaire ; il s'est expliqué, à cet égard, avec une netteté que Descartes ne surpassera pas.

Croyait-il donc que des icosaèdres, que des octaèdres pussent se juxtaposer les uns aux autres de manière à former, sans laisser entre eux aucun intervalle vide, des masses continues d'air ou d'eau ? Assurément, il était bien trop géomètre pour le penser.

Qu'en faut-il conclure ? Que les diverses parties de sa doctrine présentent entre elles d'irréductibles contradictions. Si l'on s'en devait étonner et scandaliser, nous rapprocherions de l'incohérence de Platon l'incohérence de Descartes. Descartes, lui aussi, admet qu'il n'existe pas de vide ; lui aussi, il admet des matières élémentaires dont chacune est formée de petits corps d'une figure déterminée ; s'est-il jamais demandé, cependant, comment les spires rigides de sa matière subtile pouvaient remplir, au point de ne laisser aucun espace vide, les interstices des sphères qui forment la matière grossière ?

Il semble bien que Platon (et c'est encore une des analogies que l'on peut relever entre sa pensée et celle que concevra Descartes) n'ait mis en ces figures dont les éléments sont composés aucun principe réel et permanent autre que l'étendue même qu'elles occupent. C'est pourquoi Aristote nous dit fort justement[1] que Platon, dans le *Timée*, identifie l'étendue occupée par un corps, la χώρα, avec le principe qui subsiste en tous les changements de ce corps, avec ce qu'Aristote nomme ὕλη et ses commentateurs latins *materia*. « Platon donc, dans le *Timée*, dit que l'étendue et la matière sont une même chose. Διὸ καὶ Πλάτων τὴν ὕλην καὶ τὴν χώραν τὸ αὐτό φησιν εἶναι ἐν τῷ Τιμαίῳ. » A une semblable identification entre l'étendue occupée, le lieu, et le principe de permanence qu'est la matière, Aristote s'opposera avec grand sens ;

1. ARISTOTE, *Physique*, l. IV, ch. II (IV) (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, pp. 286-287 ; éd. Bekker, vol. II, p. 209, col. b).

« la matière, dira-t-il, ne se sépare pas de la chose réelle ; le lieu, au contraire, en peut être séparé ; ἡ ὕλη οὐ χωρίζεται τοῦ πράγματος, τὸν δὲ τόπον ἐνδέχεται. » C'est par là, en effet, que le mouvement local est possible ; pour qu'il y ait mouvement local, il faut qu'une même matière quitte un lieu pour acquérir un autre lieu, donc que la matière soit autre chose que le lieu.

Cette étendue dont Platon fait la matière permanente des éléments capables de changement et qu'il nomme[1], pour cette raison, « la nourrice de la génération, ἡ γενέσεως τιθήνη », cette étendue, disons-nous, reçoit les formes diverses qui constituent le feu, l'air, l'eau et la terre ; chacune de ces formes (μορφή) est, en même temps, source de puissance (δύναμις) ; dès lors, la χώρα perd son homogénéité. « Les puissances qui la remplissent ne sont plus partout semblables, elles ne s'équilibrent plus en tout point ; par conséquent, l'étendue elle-même n'est plus en équilibre nulle part ; ébranlée par chacune de ces puissances, elle oscille partout d'une manière irrégulière ; réciproquement, une fois mise en mouvement, elle ébranle à son tour chacune de ces formes. Toutes ces formes agitées en tout sens, elle les meut de telle manière qu'elles soient toujours de mieux en mieux distinguées les unes des autres, comme le sont les objets qui tombent, après avoir été secoués et vannés, sous les cribles ou sous les instruments propres à épurer le froment ; celles qui sont compactes et lourdes sont entraînées dans un sens, celles qui sont fluides et légères sont portées vers un autre lieu ; elle donne ainsi à chacune d'elles sa place. Διὰ δὲ τὸ μήθ' ὁμοίων δυνάμεων μήτε ἰσορρόπων ἐμπίπλασθαι κατ' οὐδὲν αὐτῆς ἰσορροπεῖν, ἀλλ' ἀνομάλως πάντῃ ταλαντουμένην σείεσθαι μὲν ὑπ' ἐκείνων αὐτήν, κινουμένην δ' αὖ πάλιν ἐκεῖνα σείειν· τὰ δὲ κινούμενα ἄλλα ἄλλοσε ἀεὶ φέρεσθαι διακρινόμενα, ὥσπερ τὰ ὑπὸ τῶν πλοκάνων τε καὶ ὀργάνων τῶν περὶ τὴν τοῦ σίτου κάθαρσιν σειόμενα καὶ ἀνικμώμενα τὰ μὲν πυκνὰ καὶ βαρέα ἄλλῃ, τὰ δὲ μανὰ καὶ κοῦφα εἰς ἑτέραν ἵζει φερόμενα ἕδραν. » Par cette opération, semblable à celle qui, à l'aide du van, sépare le blé de la balle, les quatre éléments, mélangés d'abord et confondus en un désordre extrême, se séparent les uns des autres, et chacun d'eux vient occuper, dans le Monde, la région qui lui est propre.

Il est clair qu'en ce passage, Platon ne laisse plus à la χώρα l'indifférence et l'inactivité qui conviendraient seules à l'espace vide ; peu à peu, il est arrivé à assimiler cette χώρα à un fluide qui baigne les figures polyédriques dont les éléments sont formés ; ce fluide lui a paru susceptible de se mouvoir sous l'action de forces

1. PLATON, *Timée*, 52-53 ; éd. cit., p. 220.

exercées par les éléments et, à son tour, de communiquer son mouvement aux corps qui sont plongés en lui. La notion d'espace géométrique, que le mot χώρα exprimait tout d'abord, s'est graduellement matérialisée ; la χώρα est devenue, premièrement, ce qu'il y a de permanent dans les éléments, l'analogue de la ὕλη d'Aristote ; elle est devenue, ensuite, le principe qui a ordonné le chaos primitif et qui, à chaque élément, a assigné son lieu naturel.

On serait donc singulièrement déçu si l'on cherchait une suite logique rigoureuse en la théorie de l'espace et du lieu que le *Timée* nous propose. Cette théorie, cependant, mérite attention, car Platon, en la formulant, a cherché le premier, au dire d'Aristote[1], à résoudre le grand problème du lieu et du mouvement. « Tous déclarent que le lieu est quelque chose ; mais lui seul a tenté de dire ce qu'il était. »

IV

ARCHYTAS DE TARENTE ET SA THÉORIE DE L'ESPACE

Cet éloge est-il entièrement mérité et ne s'appliquerait-il pas à Archytas de Tarente plus justement qu'à Platon ?

Le Pythagoricien Archytas naquit à Tarente vers l'an 440 av. J.-C. et périt vers 360, dans un naufrage, sur les côtes d'Apulie. Platon le connut pendant son voyage en Italie et entretint un commerce de lettres avec lui, en sorte qu'il n'est pas permis de négliger l'influence que les doctrines d'Archytas ont pu exercer sur celles de Platon.

Parmi les ouvrages qu'Archytas avait composés, il se trouvait un livre *Sur les termes qui désignent l'Universel* (Περὶ τῶν καθόλου λόγων)[2] ; ce livre était parfois plus brièvement intitulé[3] : *De l'Universel* (Περὶ τοῦ παντός). Ce traité est aujourd'hui perdu[4], mais Simplicius, en son *Commentaire aux Catégories d'Aristote*, y fait de nombreuses allusions et en cite divers fragments.

Or, en cet ouvrage, Archytas, selon l'usage pythagoricien qui faisait du nombre dix un nombre sacré, a classé en dix *chefs d'ac-*

1. Aristote, *Physique*, l. IV, chap. II [IV] (Aristotelis *Operâ*, éd. Didot, t. II, p. 286 ; éd. Bekker, vol. I, p. 209, col. b).
2. Simplicii *In Aristotelis Categorias Commentarium*. Edidit Carolus Kalbfleisch. Berolini, MCMVII. Procemium, p. 13.
3. Simplicii *Op. laud.*, loc cit., p. 2.
4. On a donné, sous le titre : Architæ *Tarentini decem prædicamenta* (Venetiis, apud Rutilium Borgominerium, 1561) ou sous le titre : Τὰ ἐν τῇ (sic) βιβλίῳ τῷδε ἐστὶ τάδε. Ἀρχύτου φερόμενοι δέκα λόγοι καθολικοί... (Lipsiæ, apud E. Voegelium, s. d.) une soi-disant édition, purement apocryphe, de cet ouvrage.

cusation ou *catégories* (κατηγορίαι) les notions simples que nous formons et formulons au sujet de toute chose. C'est à l'imitation d'Archytas qu'Aristote, à son tour, a mis, à l'entrée de sa Logique, un traité *Des dix catégories*.

Cette circonstance, d'ailleurs, n'est pas la seule où le Stagirite se soit laissé guider par l'exemple du Pythagoricien de Tarente. Celui-ci avait encore composé [1] un traité *Sur les notions qui s'opposent l'une à l'autre* (Περὶ ἀντικειμένων). Ce traité a inspiré les chapitres intitulés Περὶ ἀντικειμένων qu'Aristote a mis à la suite de ses *Catégories* et que certaines éditions nomment *Postprædicamenta*.

Après avoir énuméré dix catégories, Aristote n'étudie en détail que quatre d'entre elles ; il se borne à dire quelques mots des six autres qui sont :

τὸ ποιεῖν (*agere*, l'action),
τὸ πάσχειν (*pati*, la passion),
τὸ κεῖσθαι (*poni*, la position).
τὸ ποτέ (*quando*, quand ?),
τὸ ποῦ (*ubi*, où ?),
τὸ ἔχειν (*habere*, *habitus*, l'habitude, l'état).

Ces six catégories, ces *six principes* comme on dira au Moyen-Age, sont, au *Commentaire* de Simplicius, les objets d'un long développement [2] ; lorsqu'en ce développement, le Philosophe athénien étudie les deux catégories : *où ?* et *quand ?*, τὸ ποτέ et τὸ ποῦ, il en prend occasion de nous faire brièvement connaître les doctrines qu'Archytas professait au sujet du temps et du lieu.

De la doctrine relative au lieu, voici le résumé :

Le lieu (ὁ τόπος) est quelque chose qui est distinct des corps, qui subsiste par soi et indépendamment de tous les autres êtres. Toute chose qui existe se trouve en un lieu ou, tout au moins, ne peut être sans que le lieu soit. Tout ce qui se meut, se meut dans le lieu ; rien ne saurait donc agir ni pâtir que le lieu n'existât au préalable. Le lieu est le premier des êtres.

C'est le caractère propre du lieu que toutes choses soient en lui mais que lui, à son tour, ne soit en rien, car le lieu est borné mais, au delà de sa frontière, il n'y a rien que le vide infini (ἀπείρον κενόν).

Il est doué du pouvoir d'imposer des bornes aux corps qui sont en lui et d'empêcher leurs dimensions de s'accroître ou de décroître indéfiniment ; il possède aussi une sorte de puissance contractile par laquelle il se limite lui-même.

1. Simplicii *Op. laud.*, c. X ; éd. cit., p. 407.
2. Simplicii *Op. laud.*, éd. cit., pp. 301-377.

On peut dire de l'Univers, de l'ensemble des choses autres que le lieu, qu'elles ont un lieu ; ce lieu, c'est la frontière même qui borne l'Univers ; c'est, en effet, par la puissance du lieu que cet Univers est contraint d'occuper telle étendue limitée, de même que chaque corps est réduit à telle dimension par la pression ou la tension que le lieu exerce sur lui.

Citons les passages de Simplicius d'où se peut extraire cette doctrine d'Archytas :

Après avoir rapporté une remarque de Jamblique, le Commentateur Athénien poursuit en ces termes [1] :

« Si toutefois, comme Archytas semble vouloir l'insinuer, le lieu possède l'existence par lui-même, si absolument aucun corps ne peut exister à moins d'être dans le lieu, c'est le lieu qui impose des limites aux corps et qui se borne lui-même. En effet, si le lieu subsistait, dépourvu de toute force, au sein du vide infini, s'il se trouvait dans l'espace sans posséder une certaine consistance, il faudrait donc que ses bornes lui fussent imposées du dehors. Mais il possède une puissance active, une essence incorporelle qui est bornée ; il empêche le volume des corps de croître ou de décroître indéfiniment ; à ce volume, il assigne en lui-même des limites ; à proprement parler, donc, c'est de lui-même qu'il impose un terme (τὸ πέρας) aux corps. C'est ce qu'Archytas déclarait lorsqu'il disait : « Puisque tout ce qui se meut se meut en un » lieu, il est clair qu'il faut qu'un lieu subsiste tout d'abord, lieu » dans lequel existeront ensuite ce qui meut et ce qui subit l'ac- » tion motrice. Peut-être donc, d'après cela, le lieu est-il le pre- » mier de tous les êtres, puisque tout être ou bien est en un lieu, » ou bien ne peut exister indépendamment du lieu ». Archytas suppose avec raison que le lieu est antérieur (πρεσβύτερον) à toutes les choses qui agissent ou pâtissent, puisque les choses logées ont toujours une existence simultanée à celle du lieu ; c'est pourquoi Archytas dit : « Peut-être le lieu est-il le premier des êtres ». Si les êtres sont tous en un lieu ou ne peuvent exister sans un lieu, il est manifeste que l'existence du lieu ne résulte pas de celle des autres êtres. »

Plus loin, Simplicius s'exprime en ces termes [2] « Archytas attribue la même propriété au lieu lorsqu'il dit : « C'est le propre du » lieu que toutes les autres choses soient en lui, tandis que lui- » même n'est en rien (αὐτὸν δὲ ἐν μηδενί). S'il était, en effet, en » un certain lieu, ce lieu-là serait à son tour en un autre lieu,

1. Simplicii *Op. laud.*, Περὶ τῆς ποῦ κατηγορίας ; éd. cit., p. 361.
2. Simplicius, *loc. cit.* ; éd. cit., p. 363.

» et il en serait de même à l'infini. Il est nécessaire, par conséquent, que toutes choses se trouvent dans le lieu, mais que le lieu ne soit en rien. Les êtres sont disposés les uns par rapport aux autres comme le sont les choses bornées par rapport à celles qui les bornent ; le lieu propre au Monde universel, c'est le terme même de l'ensemble des êtres ; ὁ γὰρ τῶ παντὸς κόσμω τόπος πέρας ἁπάντων τῶν ὄντων ἐστίν ».

De ces textes d'Archytas et des commentaires développés par Simplicius, il résulte que le Pythagoricien de Tarente admettait la réalité d'un lieu absolu, d'un lieu dont l'existence ne fût pas subordonnée à celle des corps. Mais ce lieu n'était nullement, pour lui, l'espace des géomètres ni le vide des Atomistes. Il lui attribuait une limite que ne saurait admettre ni l'espace pur ni le vide. En outre, il le regardait comme capable d'agir sur les corps logés en lui. Par là, le τόπος d'Archytas n'était pas sans analogie avec la χώρα de Platon. Plus exactement peut-on dire que la χώρα platonicienne apparaît comme une notion composite qui tient, d'un côté, de l'espace pur des géomètres et du κένον atomistique, et qui, d'autre part, emprunte certains caractères au τόπος d'Archytas.

V

LA CINQUIÈME ESSENCE SELON L'*Épinomide*

La terre, l'eau, l'air, le feu étant composés de petits cubes, de petits icosaèdres, de petits octaèdres, de petits tétraèdres, Platon s'applique à montrer comment ces formes géométriques expliquent toutes les propriétés, toutes les actions de ces éléments. Nous ne suivrons pas le développement de cette Physique qui nous entraînerait fort loin de notre objet [1]. Nous en prendrons seulement occasion d'une remarque.

Ce que Timée vient de nous enseigner touchant l'essence spécifique des éléments met, pour ainsi dire, en évidence la forme sous laquelle Platon conçoit la Physique.

Les choses que nous voyons et que nous touchons, qui sont sujettes à la génération, au changement, à la destruction, sont choses réelles ; mais elles ne sont que les images d'autres réalités.

1. Le lecteur désireux de connaître cette Physique et la Physiologie qui en découle pourra lire avec fruit les notes contenues en l'ouvrage suivant : Th.-Henri Martin, *Études sur le Timée de Platon*, 2 vol., Paris, 1841.

Celles-ci sont invariables et éternelles ; insaisissables aux sens, elles ne sont accessibles qu'à la raison ; ce sont les essences spécifiques.

Or, pour acquérir quelque connaissance de ces réalités permanentes, Platon recourra à ce qu'il a nommé lui-même un mode de raisonnement bâtard, intermédiaire entre la connaissance rationnelle et la connaissance sensible, au raisonnement géométrique. Lorsqu'aux qualités visibles et tangibles des corps concrets, il aura substitué les propriétés géométriques de certaines figures, il aura la conviction qu'il contemple quelque chose de l'absolue réalité des essences spécifiques.

Cette conviction, nous la retrouverons lorsque nous examinerons comment il conçoit la théorie des mouvements célestes.

Cette persuasion que la Géométrie nous permet seule d'accéder, au moins en quelque manière, à la connaissance des réalités suprasensibles a sans doute déterminé l'évolution que la théorie des éléments a subie dans l'œuvre de Platon.

En décrivant les polyèdres réguliers, la Géométrie nous révèle l'essence propre des éléments. Or ce principe se heurte tout aussitôt à une grave objection. Il y a cinq polyèdres réguliers convexes, tandis qu'il n'existe que quatre éléments ; le tétraèdre, l'octaèdre, l'icosaèdre et le cube engendrent respectivement le feu, l'air, l'eau et la terre ; mais le dodécaèdre pentagonal demeure sans emploi.

Ce disparate, nous l'avons remarqué, n'a pas échappé à la vue de Timée ; et Platon en devait être particulièrement offusqué ; toute sa doctrine le pressait d'admettre l'existence d'une cinquième matière élémentaire qui parachevât l'union entre la Physique des éléments et la Géométrie des polyèdres réguliers. Cette cinquième substance, il finit probablement par en admettre l'existence.

Le dialogue qui, sous le nom d'*Épinomide*, se trouve à la fin des œuvres de Platon est, comme son titre l'indique, un supplément au dialogue des *Lois*. Les *Lois* furent composées par Platon en son extrême vieillesse. Quant à l'*Épinomide*, les uns pensent que Platon l'a composé à la fin de sa vie et que son disciple Philippe d'Oponte l'a mis en ordre ; les autres, sur l'autorité de Diogène de Laërte, croient que Philippe d'Oponte l'a écrit ; ce dialogue nous apporte, en tous cas, un écho fidèle des derniers enseignements de Platon.

Or, dans l'*Épinomide*, il est dit[1] qu' « il existe vraisemblablement cinq corps solides dont on peut composer les choses les plus

1. PLATON, *Épinomide*, 981 (PLATONIS *Opera*. Ex recensione Schneideri, Parisiis, A. Firmin Didot, 1846 ; vol. II, pp. 507-508).

belles et les meilleures... Ces cinq corps sont le feu, puis l'eau, en troisième lieu l'air, en quatrième lieu la terre, en cinquième lieu, enfin, l'éther (αἰθήρ). Dans le domaine de chacun de ces corps, se produisent des êtres animés nombreux et variés ; chaque domaine a ses êtres particuliers ». C'est ainsi, par exemple, qu'il existe des êtres vivants sur la terre, tels que les plantes, les animaux et l'homme ; ceux-là sont formés surtout de terre. Dans le domaine du feu, il faut admettre également l'existence d'êtres animés qui sont les astres, et « qui tombent sous le sens de la vue. Les êtres animés de ce genre sont, pour la plus grande partie, formés de feu, mais ils renferment en outre de petites parties de terre, d'air et de tous les autres éléments. C'est pourquoi ces êtres vivants sont différents les uns des autres et tombent sous le sens de la vue. Nous devons penser que les corps célestes sont des êtres animés de ce genre ».

« Après le feu, nous placerons l'éther [1], et nous admettrons que de cet éther, l'Ame du Monde forme des êtres animés qui tirent de cet éther la plus grande partie de leur substance, mais qui, ainsi qu'il arrive dans les autres genres d'êtres vivants, contiennent une petite portion des autres espèces d'éléments, à cause du lien que ceux-ci ont entre eux.

» Après l'éther, l'Ame du Monde compose avec l'air un autre genre d'êtres animés ; elle en compose un troisième avec l'eau...

» Les êtres vivants formés par l'éther et par l'air sont les uns et les autres entièrement transparents, en sorte que nous ne les voyons pas, bien qu'ils soient près de nous. » Ceux qui sont tirés de la substance de l'eau tantôt tombent sous la vue et tantôt lui échappent.

En cette progression de cinq substances qui va de la terre au feu, la terre et le feu possèdent des propriétés entièrement opposées.

« Nous admettrons tout d'abord [2], comme nous l'avons dit, qu'il existe deux sortes d'êtres vivants qui tombent les uns et les autres sous le sens de la vue ; les êtres animés du premier genre sont formés en entier de feu (τὸ μὲν ἐκ πυρὸς ὅλον) [3] ; les êtres du second genre sont formés de terre. Or ce qui est terrestre se meut sans ordre fixe (ἐν ἀταξίᾳ), tandis que les êtres formés de feu sont mus en un ordre immuable (ἐν τάξει). »

1. PLATON, *Épinomide*, 984-985 ; éd. cit., p. 510.
2. PLATON, *Épinomide*, 982 ; éd. cit., p. 508.
3. Platon oublie sans doute ce qu'il a dit quelques lignes plus haut ; car il mettait en ces êtres de petites portions de terre et des autres éléments.

La marche ordonnée des être ignés n'est pas le seul caractère qui les oppose aux êtres terrestres dont le mouvement ne suit aucune règle fixe. Ces êtres s'opposent encore par la durée de leur vie.

Touchant les êtres qui ont été formés par le feu, nous ne pouvons assurément choisir qu'entre deux alternatives [1] : « Ou bien il nous faut admettre que chacun d'eux est indestructible, immortel et divin ; ou bien chacun d'eux a une vie de telle durée qu'elle lui suffise pleinement, et qu'il ne puisse d'aucune manière avoir besoin d'une plus longue existence ».

Les êtres vivants du domaine terrestre sont tous, au contraire, soumis à la mort [2].

Ces enseignements de l'*Épinomide* offrent, à notre avis, un grand intérêt ; ils établissent, en effet, le passage entre la théorie des quatre éléments telle qu'elle est exposée au *Timée*, et la théorie des cinq substances simples telle que la développera Aristote.

Pour passer de l'une de ces théories à l'autre, il suffira presque d'un changement de nom. Ce que l'*Épinomide* appelle feu, Aristote le nommera cinquième essence ou, parfois, éther ; le feu pour l'un, la cinquième essence pour l'autre, seront le séjour des astres dont la marche est assujettie à des règles fixes. En revanche, ce que l'*Épinomide* appelle éther, ce qu'il place entre le domaine des astres et l'air, Aristote le désignera sous le nom de feu.

Entre la doctrine de l'*Épinomide* et celle du *De Cælo*, les distinctions ne se marqueront que par des nuances. Le dialogue platonicien ménage une transition, une sorte de continuité entre le feu et les quatre éléments qui lui sont subordonnés ; cette transition, le traité péripatéticien la brisera pour creuser une coupure abrupte entre la cinquième essence et les autres éléments. Les corps des astres seront formés de cette cinquième essence sans aucun mélange, si faible qu'en soit la proportion, des quatre autres éléments. Entre l'immortalité et la longévité, Aristote n'hésitera plus ; il déclarera les corps célestes purement incorruptibles. Sa Physique définira donc les cinq substances avec lesquelles elle construit le Monde en accentuant les caractères que l'*Épinomide* avait tracés.

1. Platon, *Épinomide*, 981-982 ; éd. cit., p. 508.
2. Platon, *Épinomide*, 984 ; éd. cit., p. 510.

VI

LA PESANTEUR

Démocrite voulait que les atomes, tous pesants, tombassent éternellement dans le vide infini. Platon rejette formellement une telle supposition [1] ; pour lui, nous le verrons, l'Univers est limité et sphérique ; pas un homme sensé ne dira qu'en cet Univers sphérique, il existe un lieu haut et un lieu bas. Cependant, ces mots *haut* et *bas* sont constamment employés dans la description de l'Univers, et Platon lui-même ne se fait pas faute d'en user ; quel sens convient-il donc de leur attribuer ?

Timée pose cette question et, pour y répondre, il imagine que l'on fasse une expérience ; citons, tout d'abord, le texte où cette expérience est décrite et dont l'interprétation nous a semblé parfois inexacte.

« Ἔι τις ἐν τῷ τοῦ παντὸς τόπῳ, καθ' ὃν ἡ τοῦ πυρὸς εἴληχε μάλιστα φύσις, οὗ καὶ πλεῖστον ἂν ἠθροισμένον εἴη πρὸς ὃ φέρεται, ἐπεμβάς ἐπ' ἐκεῖνο καὶ δύναμιν εἰς τοῦτο ἔχων μέρη τοῦ πυρὸς ἀφαιρῶν ἱσταίη τιθεὶς εἰς πλάστιγγας, αἴρων τὸν ζυγὸν καὶ τὸ πῦρ ἕλκων εἰς ἀνόμοιον ἀέρα βιαζόμενος δῆλον ὡς τοὔλαττόν που τοῦ μείζονος ῥᾷον βιᾶται· ῥώμῃ γὰρ μιᾷ δυοῖν ἅμα μετεωριζομένοιν τὸ μὲν ἔλαττον μᾶλλον, τὸ δὲ πλέον ἧττον ἀνάγκη που κατατεινόμενον ξυνέπεσθαι τῇ βίᾳ, καὶ τὸ μὲν σμικρὸν [2] βαρὺ καὶ κάτω φερόμενον κληθῆναι, τὸ δὲ πολὺ ἐλαφρὸν καὶ ἄνω. »

Voici comment on peut, nous semble-t-il, interpréter cet important passage :

« Qu'un homme se trouve en ce lieu de l'Univers qui est tout spécialement échu en partage à la nature du feu, où la plus grande masse de ce feu se trouve rassemblée et vers lequel le feu se porte ; supposons qu'il soit monté en ce lieu et qu'ayant le pouvoir à ce nécessaire, il détache diverses parties de feu et les place dans des plateaux de balance. Que cet homme prenne alors un fléau de balance et, au sein de l'air qui n'est point semblable au feu, qu'il exerce une force tendant à abaisser le feu ; il sera manifeste qu'un feu moindre cède plus aisément à cette force qu'un feu plus grand. Que par une même [espèce de] force deux feux soient, en même temps, tirés vers le haut ; il faudra nécessairement, pour

1. Platon, *Timée*, 62-63 ; éd. cit., pp. 227-228.
2. Dans le texte que nous avons consulté, les mots σμικρὸν et πολὺ sont permutés par une erreur évidente.

qu'ils suivent cette force, que le grand feu soit moins fortement tiré et le petit feu plus fortement tiré. [Si l'on met maintenant deux portions de feu en balance l'une avec l'autre], il faudra nécessairement nommer lourde la petite partie et dire qu'elle se porte vers le bas, tandis que l'on dira de la partie considérable qu'elle est légère et qu'elle se porte vers le haut. »

Les mots lourd, en bas, léger, en haut, sont donc définis par Platon à l'aide de cette expérience fictive où, au sein de l'air, les deux plateaux d'une balance portent l'un un petit volume et l'autre un grand volume de feu.

Une expérience toute semblable, bien qu'inverse de la précédente, pourrait se faire et se fait journellement en prenant non plus des parties de feu, mais des parties de terre, et en les pesant dans l'air ; Timée en fait tout aussitôt la remarque. Cette nouvelle expérience nous eût également permis de définir les mots lourd, en bas, léger, en haut.

Ces mots : du haut vers le bas, ne désignent plus ici, comme dans le système de Démocrite, une direction qui soit la même en tous les lieux de l'espace ; définie par l'expérience qui vient d'être décrite, cette direction diffère d'un lieu à l'autre de l'Univers ; si l'on compare deux lieux qui sont opposés l'un à l'autre par rapport au centre du Monde, on verra, en ces deux lieux, les corps légers se mouvoir en des sens opposés, les corps lourds se mouvoir, eux aussi, en des sens opposés.

Les mots haut et bas sont ainsi définis, en chaque lieu du Monde, par le sens dans lequel le feu et la terre, placés au sein de l'air, tendent à se mouvoir. Mais d'où leur vient cette tendance ? C'est ce que Timée va nous dire :

« Lorsque nous détachons un morceau de terre et que nous le portons au sein de l'air qui ne lui est pas semblable, il nous faut faire violence et agir contre la nature, car une portion de terre et un volume d'air adhèrent l'un et l'autre aux corps qui sont de même famille (ξυγγενής) qu'eux-mêmes..... En tous lieux, cette règle seule doit être établie : On nomme gravité la tendance qui porte un corps [tel que la terre placée au sein de l'air] vers l'ensemble des corps de même famille, pendant qu'il se meut, et lieu inférieur le lieu vers lequel ce corps se porte. »

La pesanteur d'une masse de terre, la légèreté d'une portion de feu, c'est, lorsque ces corps se trouvent au sein de l'air qui ne leur est pas semblable (ἀνόμοιον), la tendance qu'ils ont à rejoindre l'ensemble des corps auxquels ils sont apparentés et dont ils ont été séparés par violence.

Nous ne saurions remarquer avec trop d'attention cette interprétation de la gravité donnée par Platon. Aristote la combattra pour lui substituer sa théorie du lieu naturel qui, pendant de longs siècles, dominera toute la Mécanique des choses sublunaires. L'un des premiers effets de la révolution copernicaine sera de remettre en faveur la théorie de la pesanteur proposée par Platon, de la modifier en l'étendant de la terre aux divers astres, et de ménager par là une sorte de transition entre la théorie péripatéticienne du lieu naturel et la théorie newtonienne de l'attraction universelle.

VII

L'ASTRONOMIE DE PLATON. LA FORME DE L'UNIVERS ET LES DEUX MOUVEMENTS PRINCIPAUX

L'Univers étant formé des quatre éléments, le feu et la terre d'abord, puis l'air et l'eau qui les relient, Dieu lui a donné une figure [1] ; la figure qu'il lui a donnée est la plus parfaite, celle qui est toujours et partout semblable à elle-même, partant la plus belle, celle de la sphère ; il a donc tourné le Monde en un globe exactement poli.

A ce monde sphérique, il a attribué le mouvement qui lui convenait le mieux [2].

Sept mouvements sont concevables ; en premier lieu, le mouvement circulaire par lequel un corps tourne sur lui-même ; puis les six mouvements rectilignes vers le haut, vers le bas, en avant, en arrière, à droite, à gauche. Laissant de côté ces six derniers mouvements, Dieu a donné au Monde le mouvement de rotation sur lui même, qui convient à la figure sphérique. Ainsi fut donc formé un ciel, limité par deux sphères concentriques, destiné à se mouvoir du mouvement de rotation uniforme.

Cet orbe céleste, à son tour, Dieu l'a partagé en deux orbes contigus et concentriques l'un à l'autre ; à l'orbe extérieur, il a donné un mouvement de rotation d'Orient en Occident autour d'un certain axe qui sera l'axe du Monde ; l'orbe intérieur aura pour apanage un mouvement d'Occident en Orient autour d'un axe oblique au précédent, qui sera l'axe normal au plan de l'écliptique.

1. PLATON, *Timée*, 33 ; éd. cit., p. 206.
2. PLATON, *Timée*, 34 ; éd. cit., p. 207.

Voici comment Timée décrit la création de ces deux orbes célestes [1] :

Dieu prend les deux essences qui, pour les Pythagoriciens, sont les sources d'où toutes choses découlent [2]. L'une est l'essence qui se comporte toujours de la même manière, l'essence de l'indivisible et de l'identique (ἀμερίστου καὶ ταὐτοῦ οὐσία) ; l'autre est l'essence qui se peut partager en corps, qui est le principe de la diversité, l'essence du divisible et du différent (τοῦ μεριστοῦ καὶ θατέρου οὐσία). Mêlant ces deux essences, il en forme une troisième essence intermédiaire aux deux premières. Puis, prenant ces trois essences, il en compose une espèce (ἰδέα) unique. Cette espèce, c'est l'Ame du Monde, principe de toute vie et de tout mouvement dans l'Univers.

Cette espèce, née de l'union entre l'essence de l'identique, l'essence du différent et l'essence intermédiaire, « il la partage en deux moitiés par une fente longitudinale ; ces deux moitiés, il les dispose l'une par rapport à l'autre comme le sont les bras de la lettre χ ; il fléchit chacune d'elles et la courbe en globe, de telle manière que chacune d'elles se rejoigne elle-même et qu'elles s'unissent l'une à l'autre au point de croisement. » Par là, chacun des deux bras croisés de la lettre χ, se courbant afin que ses deux extrémités viennent se souder l'une à l'autre, se transforme en un cercle ; et ces deux cercles concentriques, obliques l'un à l'autre, se coupant aux extrémités d'un diamètre commun, figurent l'équateur et l'écliptique. Mais rendons la parole à Timée : « Chacune de ces deux moitiés, Dieu lui attribue un mouvement uniforme de rotation sur elle-même, de telle manière que l'une forme un orbe extérieur et l'autre un orbe intérieur. Le mouvement du globe extérieur, il le nomme *mouvement de l'essence de l'identique* (τῆς ταὐτοῦ φύσεως φορά) ; le mouvement du globe intérieur, il le nomme *mouvement de l'essence du différent* (τῆς θατέρου φύσεως φορά). Le mouvement de l'essence d'identité, il le fait tourner vers la droite autour du côté ; le mouvement de l'essence de diversité, il le fait tourner vers la gauche autour de la diagonale. » Ces derniers mots assimilent l'axe du Monde au côté d'un rectangle et l'axe de l'écliptique, oblique à l'axe du Monde, à la diagonale du même rectangle.

1. Platon, *Timée*, 35-36 ; éd. cit., pp. 207-208.

2. Voir, à ce sujet : August Bœckh, *Ueber die Bildung der Weltseele im Timaeos des Platon (Studien* herausgegeben von C. Daub und Fr. Creuzer, Bd. III, Heidelberg, 1807. — Réimprimé dans : Bœckh's, *Gesammelte kleine Schriften*, Bd. III, Leipzig, 1866, pp. 109-151. Voir, en cette réimpression, les pp. 130-135) — Th.-Henri Martin, *Études sur le Timée de Platon*, note XXII. t. I, pp. 346-383.

Ce sont là les deux mouvements principaux du Ciel ; mais ils ne sont pas équivalents entre eux. A la rotation du semblable et de l'identique, donc à la rotation du globe extérieur, Dieu a donné la puissance dominatrice (κράτος). Ces deux rotations, imitatrices de la sphéricité parfaite de l'Univers, sont divines [1] ; mais la révolution du globe extérieur est la plus divine des deux ; elle est la tête (κεφαλή) des mouvements ; elle commande (δεσποτοῦν) à tout ce qui existe autour de nous ; réunissant l'ensemble des corps, les dieux les lui ont livrés afin qu'ils en suivissent les lois.

En ces termes magnifiques, Timée exprime que le mouvement diurne de l'orbe suprême se transmet à toute la partie du Ciel qui se trouve au-dessous de lui.

VIII

L'ASTRONOMIE DE PLATON (*suite*)
LES MOUVEMENTS DES ASTRES ERRANTS

La rotation de l'essence d'identité, qui est celle de l'orbe suprême, demeurera unique ; celle de l'essence de diversité, dirigée d'Occident en Orient et attribuée à l'orbe intérieur, va au contraire prendre des formes multiples [2].

Une coupure de figure sphérique et concentrique à l'Univers a déjà séparé l'orbe intérieur de l'orbe extérieur ; sept nouvelles coupures, sphériques comme la première et concentriques à la première, vont distinguer l'orbe intérieur de la masse sphérique centrale, qui contiendra la terre, l'eau et l'air, et diviser l'orbe intérieur en sept globes emboîtés les uns dans les autres.

Les diamètres des coupures sphériques concentriques qui séparent les uns des autres les divers orbes sont dans des rapports bien déterminés. Si l'on prend pour unité le diamètre de la coupure qui sépare la sphère des éléments du premier orbe céleste, les surfaces internes des six orbes célestes suivants ont des diamètres représentés par les nombres 2, 3, 4, 8, 9, 27. Quant à la surface interne de l'orbe suprême, Timée ne nous dit pas quel en est le diamètre [3].

1. Platon, *Timée*, 44 ; éd. cit , p. 214.
2. Platon, *Timée*, 35-36 ; éd. cit , pp. 207-208.
3. En l'édition que nous avons citée s'est glissée une erreur. On y lit (p. 207, dernière ligne, et p. 208, première ligne) : πέμπτην δὲ τριπλῆν τῆς τρίτης, τὴν δ'ἕκτην τῆς πρώτης οκταπλασίαν. Il faut évidemment permuter les mots δὲ τριπλῆν τῆς τρίτης et les mots δ'ἕκτην τῆς πρώτης ὀκταπλασίαν.

Ces sept nombres

1, 2, 3, 4, 8, 9, 27

dont le dernier est égal à la somme des six premiers, jouaient sans doute un rôle important en l'Arithmétique pythagoricienne.

Les sept orbes ainsi découpés doivent tous tourner d'Occident en Orient autour d'un même axe, oblique à l'axe qui demeure fixe pendant la rotation d'Orient en Occident de l'orbe suprême ; mais ils ne tournent pas tous avec la même vitesse ; trois d'entre eux, le second, le troisième et le quatrième, ont une commune vitesse de rotation ; mais le premier tourne plus vite que ces trois-là, tandis que du quatrième au septième, la vitesse angulaire de rotation va en décroissant.

Ces globes formés [1] « afin que le temps fût créé, ἵνα γεννηθῇ χρόνος », le Soleil, la Lune et les cinq astres errants furent engendrés, et chacun d'eux fut placé dans un des orbes intermédiaires entre la Terre et l'orbe suprême.

La Lune siégea dans l'orbe le plus voisin de la Terre ; le Soleil occupa le second orbe ; le troisième fut la sphère de Vénus ; le quatrième, la sphère de Mercure ; les trois derniers furent, dans l'ordre de succession, attribués à Mars, à Jupiter et à Saturne. Timée sous-entend, on n'en peut douter, que les étoiles fixes furent semées au sein de l'orbe suprême.

Chacun de ces globes se trouve, d'après ce qui a été dit, animé de deux mouvements [2]. L'un est le mouvement de l'essence d'identité, mouvement plus rapide que tous les autres, constitué par une rotation uniforme, d'Orient en Occident, autour de l'axe du Monde. L'autre est le mouvement de l'essence de diversité ; il est particulier à chacun des sept orbes des astres errants ; il consiste en une rotation uniforme d'Occident en Orient autour d'un axe oblique au précédent ; très lente pour les plus grands orbes, cette rotation est plus rapide pour les orbes les plus rapprochés de la Terre ; mais elle est toujours fort inférieure en vitesse angulaire au mouvement diurne de l'orbe suprême.

Les astres pour lesquels le mouvement de l'essence de diversité est le plus rapide sont donc ceux qui, dans le mouvement résultant, vont le plus lentement de l'Orient vers l'Occident ; en cette marche résultante, ils se trouvent dépassés par ceux dont le mouvement propre est plus lent.

Animé de ces deux mouvements de rotation dont les axes sont

1. Platon, *Timée*, 38 ; éd. cit., pp. 209-210.
2. Platon, *Timée*, 39-40 ; éd. cit., pp. 210-211.

différents et les sens opposés, chaque point de l'un des orbes planétaires se meut en spirale (ἕλικα).

De cette spirale que le mouvement propre combiné avec le mouvement diurne fait décrire à chacun des sept astres errants, il sera constamment question dans les discussions relatives aux théories astronomiques de l'Antiquité ; arrêtons-nous donc un instant à l'étudier.

Supposons que l'astre dont nous raisonnons soit le Soleil ; ce que nous en dirons pourra se répéter *mutatis mutandis* de chacun des astres errants. Imaginons aussi que le lieu d'où nous observons le Soleil soit de latitude boréale comme celui où nous nous trouvons.

Commençons nos observations au jour de l'équinoxe de printemps. Au moment de l'équinoxe, le point qui, sur la sphère céleste, figure le Soleil, est au point équinoxial de printemps, intersection de l'écliptique et de l'équateur. Le mouvement diurne, entraînant un tel point, lui fait décrire dans le ciel le grand cercle équatorial ; ce point vient, au moment du midi vrai, couper le méridien du lieu à une hauteur au-dessus de l'horizon qui est le complément de la latitude ou *colatitude* du lieu.

Le lendemain, le point qui figure le Soleil s'est quelque peu avancé sur l'écliptique en marchant de l'Occident vers l'Orient ; en même temps, il s'est éloigné de l'équateur en pénétrant dans l'hémisphère boréal. Si nous supposons que le mouvement diurne prenne un tel point, il ne lui fera plus décrire l'équateur ; il lui fera décrire un petit cercle, parallèle à l'équateur, mais tracé quelque peu au nord de celui-ci ; à l'heure du midi vrai, le point figuratif du Soleil coupera le méridien du lieu d'observation un peu au-dessus du point où il l'avait coupé la veille.

Le jour suivant, le mouvement diurne du Soleil correspondra à un nouveau petit cercle quelque peu plus étroit et quelque peu plus septentrional que le petit cercle décrit le jour précédent.

Les petits cercles qui, chaque jour, correspondent au mouvement diurne du Soleil, iront ainsi en se rétrécissant de plus en plus, et en s'élevant de plus en plus vers le pôle boréal de la sphère céleste, jusqu'au jour du solstice d'été. Ce jour-là, le Soleil ayant décrit, à partir de l'équinoxe de printemps, un quart de l'écliptique, se trouvera à la plus grande distance de l'équateur qu'il puisse atteindre vers le nord ; au point figuratif, le mouvement diurne fera décrire le plus étroit et le plus septentrional de tous les petits cercles successifs, celui que nous nommons le tropique du Cancer.

Dès le lendemain du solstice d'été, le Soleil, continuant à décrire l'écliptique, se mettra à descendre vers le sud et à se rapprocher de l'équateur ; le mouvement diurne donnera une suite de petits cercles parallèles entre eux, de plus en plus larges et de plus en plus méridionaux. Il en sera ainsi jusqu'au jour de l'équinoxe d'automne ; ce jour-là, le Soleil, ayant parcouru la moitié de l'écliptique, passera par la seconde intersection de l'écliptique et de l'équateur ; le mouvement diurne fera, de nouveau, décrire au point figuratif le grand cercle équatorial.

A partir de l'équinoxe d'automne, nous verrons se succéder des effets tout semblables à ceux qui se sont produits après l'équinoxe de printemps ; mais ils auront pour siège l'hémisphère austral de la sphère céleste et non plus l'hémisphère boréal. De jour en jour, les petits cercles engendrés par le mouvement diurne iront se rétrécissant et descendant vers le sud jusqu'au jour du solstice d'hiver. Au moment de ce solstice, le Soleil, qui aura décrit les trois quarts de l'écliptique, se trouvera aussi loin de l'équateur qu'il s'en peut écarter vers le sud. Ce jour-là, le point figuratif, entraîné par le mouvement diurne, décrira le plus méridional de tous les petits cercles ; égal au tropique du Cancer, aussi éloigné de l'équateur vers le sud que le tropique du Cancer l'est vers le nord, ce petit cercle sera le tropique du Capricorne.

A partir du tropique du Capricorne, le petit cercle engendré chaque jour par le mouvement diurne va s'élargissant et remonte vers l'équateur avec lequel il se confond le jour où le Soleil atteint, de nouveau, le point équinoxial du printemps.

N'allons pas croire, cependant, que la trajectoire, sur la sphère céleste, du point qui représente le Soleil, se décompose vraiment ainsi en une suite d'autant de cercles distincts et parallèles entre eux qu'il y a de jours dans l'année ; comment le Soleil sauterait-il, chaque jour, d'un cercle au cercle suivant ? Nous avons obtenu cet aspect parce que, chaque jour, nous avons séparé et supposé successivement produits le mouvement sur l'écliptique et le mouvement diurne ; or ces deux mouvements se font simultanément et, à chaque instant du jour, se composent entre eux. Aussi la trajectoire du Soleil sur la sphère céleste est-elle une ligne continue ; elle est représentée non par une suite de cercles, mais par une sorte de ligne spirale dont chaque tour correspond à un jour. Les anciens traités de Cosmographie comparaient volontiers cette spirale à la corde qu'un enfant enroule sur sa toupie avant de la lancer. Cette comparaison, cependant, pèche en un point ; la ficelle de la toupie a, dans toute sa longueur, la même grosseur ; les spires

de la trajectoire du Soleil, au contraire, ne sont pas partout également serrées ; c'est au voisinage de l'équateur que l'écart entre deux spires consécutives est le plus grand ; cet écart diminue au fur et à mesure que les spires s'écartent de l'équateur ; au voisinage de chacun des deux tropiques, la distance d'une spire à la suivante est extrêmement petite. D'un jour à l'autre, la hauteur qu'a le Soleil au-dessus de l'horizon à l'instant du midi vrai augmente rapidement à l'époque de l'équinoxe de printemps, et diminue rapidement à l'époque de l'équinoxe d'automne ; d'un jour à l'autre, au contraire, cette hauteur varie très peu aux époques voisines des deux solstices.

Chacune des sphères planétaires est animée, selon l'enseignement que Platon met dans la bouche de Timée, de deux mouvements uniformes de rotation, le mouvement diurne, et une rotation d'Occident en Orient autour de l'axe de l'écliptique ; par là, un point d'une telle sphère décrit la spirale que nous venons de définir. Ce mouvement en spirale ne représente pas encore la totalité du mouvement qui anime chacun des astres errants ; aussi bien que les étoiles fixes, les astres errants tournent sur eux-mêmes d'un mouvement uniforme [1].

Les divers mouvements attribués par Platon à chacune des planètes suffisaient-ils à rendre compte de la marche de ces astres dans le Ciel, telle que les astronomes antérieurs à Platon l'avaient observée ? Assurément non, et Platon le savait.

Considérons, par exemple, la planète Vénus. Platon la met en une sphère qui tourne autour de l'axe de l'écliptique avec la même vitesse angulaire que la sphère du Soleil ; elle devrait donc demeurer, par rapport au Soleil, dans une position invariable ; elle devrait, sur l'écliptique, le précéder ou le suivre toujours du même nombre de degrés. Or, ce n'est pas ce qui a lieu. Tantôt Vénus se trouve, sur l'écliptique, éloignée du Soleil d'un certain nombre de degrés vers l'Orient ; elle est alors, en leur commune marche sur l'écliptique, en avance sur le Soleil ; tantôt, au contraire, elle est écartée du Soleil d'un certain nombre de degrés vers l'Occident ; elle est en retard sur le Soleil. Dans le premier cas, le mouvement diurne a déjà fait disparaître le Soleil au-dessous de l'horizon que Vénus brille encore, elle est l'*étoile du soir*, Ἑσπέρα, *Vesper* ; dans le second cas, elle se lève avant le Soleil, elle est l'*Étoile du matin*, l'étoile qui amène l'aurore, Ἑωσφόρος, qui porte la lumière, Φωσφόρος, *Lucifer*.

1. PLATON, *Timée*, 40 ; éd cit., p. 211.

Ce double rôle n'avait pas seulement valu à l'astre de Vénus deux noms distincts ; pendant très longtemps, au temps d'Homère en particulier, on regardait l'étoile du soir et l'étoile du matin comme réellement distinctes l'une de l'autre ; Apollodore, au second livre de son traité Περὶ θεῶν [1], attribue à Pythagore l'identification de ces deux étoiles.

Il est bien vrai que la vitesse avec laquelle Vénus décrit l'écliptique est égale *en moyenne* à celle avec laquelle le point qui figure le Soleil parcourt cette même ligne ; mais l'égalité des *moyens mouvements* n'empêche pas que des écarts ne se produisent de part et d'autre de cette moyenne ; tantôt Vénus marche vers l'Orient plus vite que le Soleil, et tantôt moins vite. Dans le temps où sa marche sur l'écliptique est plus rapide que celle du Soleil, on voit Vénus, située d'abord à l'Occident de cet astre, se rapprocher de lui, l'atteindre, le dépasser et s'en écarter vers l'Orient jusqu'à une distance de 47° ; mais alors, la marche de Vénus devient moins rapide que celle du Soleil ; le Soleil, à son tour, se rapproche de la planète, l'atteint, la dépasse jusqu'à la délaisser à une distance de 47° vers l'Occident ; la marche de Vénus sur l'écliptique semble ainsi se composer d'une marche identique à celle du Soleil, combinée avec une oscillation qui écarte la planète tantôt de 47° à l'Orient du Soleil et tantôt de 47° vers l'Occident.

Mercure offre à l'observateur des apparences toutes semblables ; seulement son écart par rapport au Soleil ne dépasse jamais 29° soit vers l'Orient soit vers l'Occident.

Ces phénomènes étaient, avant le temps de Platon, bien connus des astronomes, au moins d'une manière qualitative ; ils avaient fait donner à Vénus et à Mercure le nom de *satellites* (δορυφοροῦντες, *comites*) du Soleil.

Or ces phénomènes ne sauraient s'expliquer à l'aide des hypothèses astronomiques trop simples que Timée à décrites ; pour en rendre compte, l'interlocuteur de Socrate imagine qu'une force dirigée vers le Soleil tende à ramener les deux planètes vers cet astre lorsqu'elles s'en écartent au delà d'une certaine limite ; c'est du moins, semble-t-il, le sens qu'il convient d'attribuer au passage suivant [2] :

« L'Étoile du matin et la sainte étoile de Mercure parcourent leur cercle en marchant avec la même vitesse [moyenne] que le

1. Cité par Stobée (Stobæi *Eclogæ physicæ*, cap. XXIV ; éd. Meineke, p. 142).
2. Platon, *Timée*, 38 ; éd. cit., pp. 209-210.

Soleil ; mais elles sont douées d'une puissance antagoniste qui les tire vers lui (τὴν δ' ἐναντίαν εἰληχότας αὐτῷ δύναμιν) ; en sorte que le Soleil et l'Étoile du matin d'une part, le Soleil et Mercure d'autre part, se dépassent et se laissent dépasser alternativement. »

Cette supposition que le Soleil retient en son voisinage, par une sorte d'attraction, les deux planètes de Vénus et de Mercure n'a cessé de trouver faveur, dans l'Antiquité, auprès de divers auteurs grecs ou latins [1].

IX

L'ASTRONOMIE DE PLATON (*suite*)
L'ALLÉGORIE DU FUSEAU DE LA NÉCESSITÉ

La théorie astronomique beaucoup trop simple que Timée expose ne saurait expliquer la marche si remarquable de Vénus et de Mercure ; il est bien d'autres phénomènes que le mouvement des planètes laisse aisément observer et dont cette théorie est incapable de rendre compte.

Les sept sphères qui portent les astres errants tournent d'un mouvement uniforme autour d'un même axe, normal à l'écliptique. Le Soleil, la Lune et les cinq planètes doivent donc tous décrire l'écliptique si chacun de ces astres est fixé en l'équateur de sa sphère ; si l'un des astres errants est fixé hors de l'équateur de sa sphère, du moins doit-il décrire un petit cercle parallèle à l'écliptique. Si, avec les astronomes, on nomme *latitude* d'un astre sa distance angulaire à l'écliptique, chacun des astres errants doit avoir une latitude toujours nulle ou une latitude de valeur invariable.

1. CHALCIDII *Commentarius in Timæum Platonis*, CVIII (*Fragmenta philosophorum græcorum*. Edidit Fr. Mullachius. Parisiis, Firmin-Didot, 1867 ; vol. II, p. 206).

Th.-H. Martin donne du passage en question une très étrange interprétation ; il veut en conclure que Platon fait marcher Vénus et Mercure avec la même vitesse que le Soleil, mais en sens contraire, c'est-à-dire d'Orient en Occident ; cela est contraire non seulement à tout le contexte du *Timée*, mais encore, comme nous le verrons, à ce qui est exposé dans la *République* et dans l'*Épinomide*. [TH.-H. MARTIN, *Mémoire sur les hypothèses astronomiques chez les Grecs et les Romains. Hypothèse astronomique de Platon (Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, t. XXX, première partie, pp. 35-39, 1881)]. On trouvera une discussion des diverses interprétations qui ont été proposées pour ce passage dans : Sir THOMAS HEATH, *Aristarchus of Samos*, pp. 165-169.

Or, pour les astres errants autres que le Soleil, il n'en est pas ainsi ; l'astre est à une distance angulaire de l'écliptique qui change avec le temps ; sa latitude est variable ; il peut même arriver qu'une planète se trouve tantôt au-dessus, tantôt au-dessous de l'écliptique ; sa latitude est alors tantôt boréale et tantôt australe.

L'existence de ces variations de la latitude d'une même planète était assurément bien connue des astronomes contemporains de Platon. Platon s'en est-il soucié ? La réponse que l'on doit faire à cette question dépend du sens qu'il convient d'attribuer à un passage célèbre de la *République*. Voici ce passage [1] :

« ..... Après quatre jours », l'âme d'Er, fils d'Arménius, « parvint en un certain lieu. De là, on apercevait un trait de lumière, semblable à une colonne, qui, du haut en bas, traversait en leur entier le Ciel et la Terre ; cette lumière ressemblait à l'arc-en-ciel, mais elle était plus brillante et plus pure. Er atteignit cette lumière après une journée de voyage ; alors, en la partie centrale de cette lumière, il vit des liens qui s'attachaient au Ciel par leurs extrémités ; cette lumière, en effet, est le support du Ciel ; elle en retient le globe entier comme les amarres retiennent une trirème. A partir des extrémités de ce lieu, s'étend le fuseau de la Nécessité (Ἀνάγκη) par l'intermédiaire duquel tournent toutes les révolutions [célestes] ; la verge qui en forme l'âme est, ainsi que la pointe, en diamant ; la gaîne (σφονδύλος) qui entoure cette âme est formée de cette même matière mélangée avec d'autres.

» Telle est donc la nature de cette gaîne ; par sa figure, elle est telle que celles que l'on voit à nos fuseaux. Mais, d'après ce qu'Er contait, nous devons comprendre que les choses étaient en cette sorte : A l'intérieur d'une première gaîne grande, creuse et évidée, se trouvait une seconde gaîne plus petite, emboîtée dans la première comme le sont ces vases que l'on peut mettre les uns dans les autres ; il y en avait ensuite une troisième, puis une quatrième et encore quatre autres ; huit gaînes se trouvaient ainsi insérées les unes dans les autres ; à la face supérieure de l'ensemble, elles montraient leurs bords, semblables à des anneaux ; leur réunion formait à la verge du fuseau un moyeu (νῶτος) continu ; cette verge traversait de part en part la huitième gaîne, suivant son axe.

» L'anneau formé par le bord de la première gaîne, de celle qui se trouvait à l'extérieur, était le plus large (πλατύτατον) ; à la

1. PLATON, *République*, l. X, 616-617 (PLATONIS *Opera*. Ex recensione Schneideri ed. A. Firmin-Didot, Paris, 1846 ; vol. II, pp. 192-193).

sixième gaîne correspondait le second anneau dans l'ordre de la largeur ; le troisième en cet ordre était formé par les bords de la quatrième gaîne ; le quatrième, par les bords de la huitième gaîne ; le cinquième, par les bords de la septième gaîne ; le sixième, par les bords de la cinquième gaîne ; le septième, par les bords de la troisième gaîne ; le huitième enfin, par les bords de la seconde gaîne.

» L'anneau correspondant à la gaîne la plus grande était de diverses couleurs ; l'anneau de la septième était le plus brillant de tous ; l'anneau de la huitième n'avait d'autre couleur que celle dont le teignait l'irradiation du septième ; le second et le cinquième, semblables entre eux, avaient une couleur plus fauve que celle des précédents ; le troisième était le plus blanc de tous ; le quatrième était rougeâtre ; et, dans l'ordre de blancheur, le sixième tenait le second rang.

» Le fuseau tournait tout entier d'un seul et même mouvement ; mais tandis qu'il éprouvait cette rotation d'ensemble, les sept cercles intérieurs tournaient lentement d'un mouvement dirigé en sens contraire de la rotation générale ; de tous, le plus rapide était le huitième ; venaient ensuite le septième, le sixième et le cinquième, tous trois égaux en vitesse ; aux compagnons d'Er, le quatrième cercle parut, par la vitesse de sa rotation, tenir le troisième rang ; il rétrograde [plus que tous les autres] [1] ; le quatrième rang de vitesse appartient au troisième anneau et le cinquième rang au second anneau.

» Le fuseau tournait entre les genoux de la Nécessité. Sur chacun des anneaux, une Sirène se tenait assise et, tandis qu'elle était entraînée par la révolution de l'anneau, elle émettait un chant d'une seule note ; et du chant de ces huit Sirènes, l'accord formait une harmonie..... »

Cette allégorie platonicienne avait déjà sollicité les commentaires des astronomes grecs.

Le platonicien Dercyllide, qui vivait au temps d'Auguste, avait composé un écrit intitulé : Περὶ τοῦ ἀτράκτου καὶ τῶν σφονδύλων ἐν τῇ

1. Les mots : *μάλιστα τῶν ἄλλων, plus que tous les autres,* ne se trouvent pas dans le texte de Platon ; ils sont dans le texte que nous a conservé Théon de Smyrne [(a)] ; qu'ils soient de Platon ou de quelque scholiaste postérieur, ils complètent heureusement la phrase de Platon [(b)] ; Mars est, en effet, de tous les astres errants, celui qui rétrograde sur le plus grand arc [(c)].

(a) THEONIS SMYRNÆI *Liber de Astronomia.* Textum edidit Th.-H. Martin, cap. XVI, pp. 200-201. THÉON DE SMYRNE, *Exposition des connaissances mathématiques...* Éd. J. Dupuis, pp. 236-237.

(b) THEONIS SMYRNÆI *Liber de Astronomia.* Nota R (auctore Th.-H. Martin) pp. 365-366.

(c) PTOLÉMÉE, *Syntaxe,* Livre XII, cc. II-VI.

Πολιτεία παρὰ Πλάτωνι λεγομένων. *Du fuseau et des gaînes dont il est question dans la République de Platon.* Théon de Smyrne nous a conservé [1] le titre de cet ouvrage et le résumé de quelques-unes des théories qui s'y trouvaient exposées.

Théon de Smyrne avait également donné [2] une interprétation de l'allégorie du fuseau de la Nécessité en un commentaire, aujourd'hui perdu, à la *République* de Platon ; il avait, en outre, fabriqué un agencement mécanique de sphères selon la description donnée par cette allégorie.

Dans les temps modernes, de nombreux auteurs ont discuté les particularités du fuseau et des gaînes imaginées par Platon ; parmi ces auteurs, bornons-nous à citer Th.-H. Martin [3].

La signification de ce mythe est, d'ailleurs, presque en tout point, transparente ; comme le fait remarquer Théon de Smyrne [4], « les gaînes creuses, emboîtées les unes dans les autres, qui entourent l'axe du fuseau sont les sphères des astres, savoir, à l'intérieur, les sept sphères des astres errants, et, à l'extérieur, la première sphère, celle des étoiles fixes. » En ce qui est dit ici au sujet du sens et de la vitesse du mouvement de chacune de ces sphères, nous reconnaissons très exactement tout ce que nous avons lu au *Timée*.

Un seul point prête à discussion : Les anneaux diversement colorés que voient Er et ses compagnons sont inégalement larges, et Platon nous dit en quel ordre se rangent ces largeurs différentes ; ces largeurs, que représentent-elles ?

Th.-H. Martin a proposé une interprétation subtile que G. Schiaparelli [5] regarde comme la plus satisfaisante qui ait été donnée jusqu'ici. Cette interprétation suppose que Platon ait connu les excursions en latitude des astres errants ; par suite de ces excursions, certains de ces astres peuvent s'approcher de l'équateur plus que certains autres ne sauraient le faire ; parmi les cer-

1. Théon de Smyrne, *Op. laud.*, c. XLVI ; éd. Th.-H. Martin, p. 327 ; éd. J. Dupuis, p. 323.

2. Théon de Smyrne, *Op. laud.*, cc. XVI et XXIII ; éd. Th.-H. Martin, pp. 203 et 215 ; éd. J. Dupuis, pp. 238-239 et pp. 244-245. — Il semble bien qu'en ces passages, Théon s'attribue à lui-même le commentaire et la construction mécanique, et qu'il ne les attribue pas à Adraste d'Aphrodisias ; v. Th.-H. Martin, *Op. laud.*, De Theonis Smyrnæi Astronomia Dissertatio, Pars I, cap. I, § 6, pp. 22-23 et Pars II, cap. III, § 15, p. 79.

3. Th.-H. Martin, *Op. laud.*, Notæ in Theonis Smyrnæi Astronomiam, nota R, pp. 361-366.

4. Théon de Smyrne, *Op. laud.*, c. XVI ; éd. Th.-Martin, p. 195 ; éd. J. Dupuis, pp. 232-235.

5. G. Schiaparelli, *I Precursori di Copernico nell' Antichità*, cap. II [*Memorie del R. Instituto Lombardo di Scienze e Lettere.* Classe de Scienze matematiche et naturali, vol. XII (série III, vol. III), p. 392 ; 1873].

cles colorés que contemplent Er et ses compagnons, les plus larges correspondraient aux astres qui peuvent s'écarter le plus de l'équateur, les plus étroits correspondraient aux astres qui demeurent les plus voisins de l'équateur.

Cette savante explication du mythe d'Er se heurte à de bien graves obstacles.

En premier lieu, on ne voit guère par quels intermédiaires a passé l'imagination de Platon lorsqu'elle a figuré à l'aide de la largeur du bord d'une gaîne la plus grande valeur que puisse prendre, pour la planète correspondante, l'écart maximum entre cette planète et l'équateur ; toute analogie fait défaut entre ces deux éléments géométriques.

En second lieu, l'ordre que Platon assigne aux divers cercles est loin de correspondre exactement à l'ordre dans lequel les planètes se rangeaient, à cette époque, par la valeur maximum de leurs déclinaisons [1]. La déclinaison maximum de Mars était alors un peu moindre que celle de la Lune ; celle de Mercure était notablement plus grande que celle du Soleil ; or Platon met la gaîne de Mars (la quatrième) au troisième rang et celle de la Lune (la huitième) au quatrième rang ; il met la gaîne de Mercure (la cinquième) au sixième rang et la gaîne du Soleil (la septième) au cinquième rang. Ces discordances, que Th.-H. Martin a consciencieusement signalées, et en particulier la seconde, qui est la plus grave, laissent bien peu de vraisemblance à l'ingénieuse interprétation du savant doyen de la Faculté de Rennes.

Il y a lieu, croyons-nous, de donner du mythe d'Er une explication qui évite de prêter à Platon des considérations astronomiques aussi raffinées. Telle serait, par exemple, celle que propose Théon de Smyrne [2]. Selon cet auteur, les largeurs plus ou moins grandes des anneaux colorés correspondent aux grosseurs plus ou moins considérables des planètes ; Platon, dit-il, « montre en quel ordre les sphères se rangent, soit d'après la grandeur de l'astre que contient chacune d'elles, soit d'après leur couleur, soit d'après la vitesse avec laquelle elles tournent en sens contraire de l'Univers. »

Toutefois, cette explication de Théon se heurte, elle aussi, à une insurmontable contradiction ; Platon, classant les anneaux par ordre de largeur décroissante, met le huitième anneau, qui est

1. En Astronomie, on nomme *déclinaison* la distance angulaire d'un astre à l'équateur.

2. THÉON DE SMYRNE, *Op. laud.*, c. XVI ; éd. Th.-H. Martin, p. 195 ; éd. J. Dupuis, pp. 234-235.

celui de la Lune, immédiatement avant le septième anneau, qui est celui du Soleil ; il aurait donc admis que la Lune était plus grosse que le Soleil. Comment lui prêter une semblable opinion, alors que la vue lui montrait le disque lunaire au plus égal au disque solaire, et qu'il supposait le Soleil plus éloigné de la Terre que la Lune ?

Il faut, nous semble-t-il, prendre beaucoup plus au pied de la lettre le sens de l'allégorie platonicienne ; la largeur des divers anneaux colorés que contemplent Er et ses compagnons, c'est l'épaisseur des diverses gaînes qui entourent le fuseau de la Nécessité ; de même que ces diverses gaînes représentent les diverses sphères célestes, il est naturel de penser que l'épaisseur de chacune des gaînes représente l'épaisseur de la sphère céleste correspondante. C'est l'interprétation qu'en 1881 a proposée Th.-H. Martin [1], délaissant entièrement son ancienne explication ; elle a été également adoptée par Paul Tannery [2].

Ce n'est pas, d'ailleurs, que cette interprétation soit exempte de toute difficulté.

En premier lieu, les épaisseurs des diverses sphères planétaires se trouvent ici rangées dans un ordre incompatible avec ce qui a été dit, au *Timée*, de ces mêmes épaisseurs ; il est vrai qu'entre le temps où il a composé la *République* et celui où il a écrit le *Timée*, Platon a fort bien pu changer d'opinion en une question où aucune certitude ne venait restreindre la liberté des hypothèses.

En second lieu, il semble bien, comme nous le verrons plus tard, que les Pythagoriciens aient demandé à la supposition du concert harmonieux produit par le mouvement des sphères célestes, un principe propre à fixer les épaisseurs relatives de ces sphères ; ils voulaient que ces épaisseurs fussent proportionnelles aux grandeurs de certains intervalles musicaux. Que Platon ait songé à ces doctrines alors qu'il décrivait le fuseau de la Nécessité, nous n'en pouvons guère douter lorsque nous entendons chanter les Sirènes que portent les divers anneaux ; et l'on y pourrait voir une preuve que la largeur de chaque anneau représente l'épaisseur de la sphère à laquelle il correspond ; malheureusement, il est impossible de deviner à quel groupement d'accords pouvait correspondre l'ordre assigné par le mythe d'Er aux largeurs de ces anneaux.

1. Th.-Henri Martin, *Mémoire sur les hypothèses astronomiques chez les Grecs et chez les Romains. Hypothèse astronomique de Platon* (*Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, t. XXX, première partie, pp. 101-104 ; 1881).

2. Paul Tannery, *Recherches sur l'Histoire de l'Astronomie ancienne.* Appendice, § V (*Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 4e série, t. I, p. 327 ; 1893).

X

L'ASTRONOMIE DE PLATON (*suite*)

LA GRANDE ANNÉE. — LA PÉRIODICITÉ DU MONDE SELON LES PHILOSOPHIES ANTIQUES

Aux diverses questions que nous venons d'examiner, nous avons vu Platon particulièrement soucieux des temps différents en lesquels les astres mobiles accomplissent leurs révolutions ; et en effet, ces durées sont les raisons d'être des astres.

Pour le bien voir, revenons au récit même de leur création[1], à ce récit qui, autant et plus encore que certains autres passages du *Timée*, évoque le souvenir du récit analogue qu'on lit en la *Genèse*.

« Le Monde mobile et vivant était formé à l'image des Dieux éternels ; le Père qui l'avait créé, en ayant pris connaissance, admira son œuvre et, en sa joie, il conçut le dessein de le rendre plus semblable encore à son modèle. Ce modèle étant un être vivant éternel, il s'efforça de rendre le Monde tel, du moins autant que faire se pouvait. Or la nature de l'Ètre vivant idéal était éternelle ; cela, il n'était pas possible de le transporter pleinement en ce qui était créé ; mais Dieu conçut la pensée de réaliser une sorte d'image mobile de l'éternité. En même temps donc qu'il met l'ordre dans le Ciel, il y produit, de l'éternité qui persiste immobile dans l'unité, une image qui marche sans fin suivant un nombre perpétuel, et c'est cela que nous avons appelé le temps (ποιεῖ μένοντος αἰῶνος ἐν ἑνὶ κατ' ἀριθμὸν ἰοῦσαν αἰώνιον εἰκόνα, τοῦτον, ὃν δὴ χρόνον ὠνομάκαμεν).

» Car les jours, les nuits, les mois, les années n'étaient pas avant que le Ciel fût né, et ce fut en organisant le Ciel que Dieu même fabriqua leur naissance. »

Timée expose alors, comme nous l'avons rapporté au paragraphe VIII, la formation du Soleil, de la Lune et des cinq astres errants ; il décrit le mouvement propre d'Occident en Orient qui, en chacun d'eux, accompagne le mouvement universel d'Orient en Occident, puis il poursuit en ces termes :

« Ceux dont le cercle était plus petit allèrent plus vite et ceux dont le cercle était plus grand firent leur révolution avec plus de lenteur.....

1. PLATON, *Timée*, 37-39 ; éd. cit., pp. 209-210.

» Mais pour qu'il y eût une mesure claire de leurs rapports de lenteur ou de vitesse, ... , Dieu alluma dans le deuxième cercle au-dessus de la Terre cette lumière que nous nommons maintenant le Soleil, afin qu'elle brillât du plus vif éclat dans toute l'immensité des cieux ; par lui, tous les êtres vivants auxquels cette connaissance convenait, ont eu la notion du nombre, notion née du retour périodique d'une même chose, toujours semblable à elle-même. C'est donc ainsi et par ces raisons que furent produits le jour et la nuit, dont la réunion est la période de la révolution unique et, de toutes, la plus sage.

» Quant au mois, il dut être accompli après que la Lune, ayant parcouru son cercle, fût revenue en conjonction avec le Soleil ; et l'année, lorsque le Soleil aurait parcouru son cercle propre. Pour ce qui est des révolutions des autres planètes, les hommes, sauf un petit nombre d'entre eux, ne les ont pas observées ; ils ne leur donnent pas de noms particuliers ; ils ne s'appliquent point à les comparer les unes aux autres en déterminant leurs rapports numériques ; en sorte qu'ils ignorent, pour ainsi dire, qu'un temps soit marqué pour chacune des périodes planétaires, dont la multitude embarrasse et dont la variété est prodigieuse. »

Les marches errantes périodiques (πλάναι) dont Platon mentionne ici la multitude et la variété, ne sont évidemment pas les seules révolutions planétaires ; celles-ci sont seulement au nombre de cinq ; ni ce nombre, ni leur simplicité, ne saurait justifier les paroles de Timée ; assurément, il ne veut pas simplement faire allusion aux durées de ces révolutions ; il songe aussi aux durées qui séparent deux conjonctions successives de deux astres errants déterminés, deux dispositions semblables de certaines planètes ; le mois, temps qui s'écoule entre deux conjonctions successives du Soleil et de la Lune, est la plus simple et la plus obvie de ces durées ; mais, sans aucun doute, les astrologues, en leurs pronostics, en considéraient déjà d'autres, et de plus compliquées.

De tous ces retours périodiques, le plus complet est celui qui, prenant les sept astres errants en une certaine configuration et en une certaine position par rapport aux étoiles fixes, les ramènerait à former une configuration, à occuper une position identiques à celles-là.

« Il n'en est pas moins possible, dit Timée, de concevoir que le nombre parfait du temps (τέλεος ἀριθμὸς χρόνου) est accompli et que l'année parfaite (τέλεος ἐνιαυτός) est révolue lorsque toutes les huit révolutions, dont les vitesses sont différentes, venant à s'achever ensemble, [tous les astres] se retrouvent comme au point de

départ, après un temps mesuré à l'aide de ce qui reste toujours le même et de ce qui a une marche uniforme (τοῦ ταὐτοῦ καὶ ὁμοίως ἰόντος) », c'est-à-dire à l'aide du jour sidéral, durée de révolution de la nature d'identité (τῆς ταὐτοῦ φύσεως φορά), qui est le mouvement du ciel des étoiles fixes.

En ce *Timée*, qui fut si souvent commenté, peu de passages ont, plus que celui-là, attiré l'attention ; Platon, cependant, en signalant cette durée au bout de laquelle les astres reprennent tous la position qu'ils avaient au début, ne disait rien qui fût nouveau, et la *Grande Année* que l'on a appelée *platonicienne* était certainement connue bien avant lui.

En beaucoup de très anciennes philosophies, on rencontre cette croyance que l'Univers est un être périodique ; qu'au bout d'un temps suffisamment long, il reprendra exactement son état initial et qu'alors, il recommencera à vivre une seconde phase identique à la première ; que cette phase en précédera une troisième toute semblable, et ainsi sans fin. La Grande Année représente, en une telle doctrine, la durée de chacune des périodes dont la succession constitue l'existence perpétuelle de l'Univers ; la détermination de cette durée prend alors une importance sans égale.

Ces idées sur la périodicité de l'Univers semblent, en particulier, s'être développées de très bonne heure dans l'Inde. Nous les trouvons exposées, à plusieurs reprises, par Massoudi et par Albyrouny [1].

Massoudi [2], né à Bagdad en la seconde moitié du IXe siècle de notre ère, passa la plus grande partie de sa vie en voyages. Vers 913, il se rendit par mer dans l'Inde qu'il visita complètement. A son retour, il rédigea une sorte d'encyclopédie historique intitulée : *Akhbar-al-zeman* ou *Mémoires du temps*, puis, en 943, un résumé de cette encyclopédie, résumé auquel il donna le nom poétique de *Moroudj-al-dzeheb* ou *Prairies d'or* ; ce résumé nous est seul parvenu.

Aboul Ryhan Mohammed [3] était surnommé Al Byrouny parce que sa famille ou lui-même était originaire de Byroun sur les bords de l'Indus. Il était contemporain et ami d'Avicenne. Le sultan Mahmoud l'emmena avec lui durant les campagnes qu'il fit dans l'Inde. Al Byrouny séjourna longtemps en ce pays où il fit de

1. REINAUD, *Mémoire géographique, historique et scientifique sur l'Inde, antérieurement au milieu du XIe siècle de l'ère chrétienne, d'après les écrivains arabes, persans et chinois (Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, t. XVIII, seconde partie, pp. 1-399 ; 1849).
2. REINAUD, *Op. laud*, p. 20.
3. REINAUD, *Op. laud.*, pp. 28-31.

nombreuses observations astronomiques. Il a composé un grand nombre de livres dont un, écrit dans l'Inde vers 1031, « présente un tableau littéraire et scientifique de la presqu'île au moment où les armées musulmanes y pénétrèrent pour la première fois. On y voit successivement apparaître les principaux travaux littéraires, philosophiques et astronomiques des Indiens, le tableau de leurs ères, la manière dont ils comptaient les jours, les mois, les années et les cycles. »

Or Massoudi écrit [1] : « Parmi les Indiens, il y en a qui croient qu'au bout de certaines périodes, la vie recommence. Quand cet intervalle est parcouru, le Monde se retrouve au point d'où il était parti. Une nouvelle race apparaît dans l'Univers, l'eau circule de nouveau dans le sein de la Terre, le sol se recouvre de gazon, les animaux se remettent en mouvement et le zéphyr rend la vie à l'air.

» La plupart des indigènes se représentent les diverses révolutions auxquelles le Monde est sujet sous l'image de cercles. Ces révolutions, comme les êtres animés, ont un commencement, un milieu et une fin. Le plus grand cercle, celui qui embrasse les autres, porte le nom de *vie du Monde*. Entre le commencement et la fin, il y a un intervalle de trente-six mille années multipliées par douze mille ; cet intervalle a reçu le nom de *hazervan*. Les cercles s'élargissent ou se rétrécissent suivant le plus ou moins de longueur de la révolution qu'ils représentent. »

Cet intervalle de temps, est appelé par les Arabes *jour du sindhind* et *jour du Monde*.

« Dans son *Ketab-altanbyh*, Massoudi fixe le nombre des années du *sinhind*, à partir du moment où les astres se mirent en marche jusqu'au jour où ils seront ramenés au même point, à quatre milliards trois cent vingt millions d'années. »

Selon Albyrouny, cette durée de quatre milliards trois cent vingt millions d'années forme un *kalpa*. Les Indiens le nomment non seulement *kalpa*, mais encore *manaouantara* ; selon le traité sanscrit *Harivansa*, à chaque *manaouantara*, la Nature se renouvelle.

Au sujet de cet espace de temps, Al Byrouny écrit encore [2] :

« On appelle les *jours du Monde* l'espace de temps pendant lequel les astres accomplissent leur révolution entière et reviennent au même point. Chaque peuple a fait usage d'une révolution particulière. La plus célèbre est celle des Indiens, appelée du

1. Reinaud, *Op. laud.*, pp. 328-329.
2. Reinaud, *Op. laud.*, pp. 351-352.

nom de *kalpa*, et nommée chez nous *sindhind*. Les Indiens ont appelé cet espace de temps *jours du Monde*, parce qu'ils en font un jour de Brahma, c'est-à-dire un jour de la Nature ; une nuit de Brahma est l'espace pendant lequel la Nature se repose. La vie de Brahma sera de cent années composées de jours de cette longueur ».

Assurément, les livres astronomiques dont Massoudy et Albyrouny s'inspirent sont fortement imprégnés de Science grecque ; leurs auteurs, nul n'en doute aujourd'hui, ont largement puisé dans l'*Almageste* de Ptolémée. Mais la doctrine selon laquelle la vie du Monde est périodique et se reproduit à chaque *kalpa* semble antérieure à ces infiltrations de Science hellénique ; celle-ci lui a seulement apporté des précisions.

Les Chaldéens admettaient, eux aussi, que le Monde était alternativement, et d'une manière périodique, inondé et brûlé ; la période selon laquelle ces phénomènes se reproduisaient était celle qui ramenait tous les astres errants à occuper une même position par rapport au ciel des étoiles fixes. Bérose va nous faire connaître cette tradition.

Bérose était contemporain d'Antiochus I Soter, qui régna sur la Syrie de 279 à 260 av. J.-C. « Ce Bérose, à qui le déchiffrement des cunéiformes rend toute une notoriété [1], appartenait à la caste sacerdotale des Chaldéens, et il était par là initié aux secrets de la science babylonienne. Or Antiochus Soter avait repris l'œuvre de restauration inaugurée par Alexandre en Mésopotamie ; notamment, il avait reconstruit le temple observatoire de Borsippa (20 adar 269-268). Déjà les Chaldéens avaient cru reconnaître dans le vainqueur de Darius le Messie conquérant prévu par leur littérature prophétique. Ils durent être gagnés tout à fait par la munificence du Séleucide qui leur restituait leur édifice sacré, et l'on s'explique fort bien qu'un des leurs ait eu l'idée de traduire en langue grecque un vaste extrait des documents théologiques et historiques dont ils avaient le dépôt, et même qu'il ait dédié à Antiochus Soter son recueil des Βαϐυλωνιακά.

» Il y a trente ans, l'authenticité des extraits de Bérose était encore discutée. Plus personne ne la conteste aujourd'hui. Les assyriologues s'étonnent de voir leurs données se maintenir si bien devant le contrôle des tablettes cunéiformes, et, dans leurs hésitations, ils recourent à Bérose autant qu'ils le peuvent, comme à un des guides les plus sûrs.

1. JOSEPH BIDEZ, *Bérose et la Grande-Année (Mélanges Paul Frédéricq*, Bruxelles, 1904).

» Malheureusement, il ne reste pas grand'chose de l'œuvre du prêtre de Bel... ».

Cependant, par bonne fortune, nous savons ce que les Βαβυλωνιακά enseignaient au sujet de la Grande Année cosmique ; le fragment de l'ouvrage de Bérose qui avait trait à cette doctrine nous a été conservé par Sénèque en ses *Questions naturelles*. Voici ce qu'écrivait Sénèque [1], renseigné, sans aucun doute, par la *Météorologie*, aujourd'hui perdue, de Posidonius :

« Le déluge d'eau ou de feu, arrive lorsqu'il plaît à Dieu de créer un monde meilleur et d'en finir avec l'ancien... Bérose, traducteur de Bélus, attribue ces révolutions aux astres, et cela d'une manière si affirmative qu'il fixe l'époque de la conflagration et du déluge. Le globe, dit-il, prendra feu quand tous les astres, qui ont maintemant des cours si divers, se réuniront dans le Cancer et se placeront de telle sorte les uns sous les autres qu'une ligne droite pourrait traverser tous leurs centres. Le déluge aura lieu quand toutes ces étoiles seront rassemblées de même sous le Capricorne. La première de ces constellations régit le solstice d'été et l'autre le solstice d'hiver... ».

Que la vie du Monde soit périodique ; que sa période ait pour durée la Grande Année qui ramène tous les astres errants au même point du ciel ; que chaque période soit marquée par l'alternance d'un déluge d'eau et d'un déluge de feu, c'est une doctrine qui, venue peut-être de Chaldée, s'introduisit de très bonne heure en la Philosophie hellénique.

Anaximandre a, très vraisemblablement, professé l'opinion qu'au cours de l'éternité, se succèdent une infinité de mondes dont chacun a une durée limitée [2]. Eusèbe, renseigné par Plutarque, résume en ces termes [3] l'enseignement du vieux philosophe ionien :

« L'Infini (τὸ ἄπειρον) paraît avoir en sa possession la cause totale de la génération et de la destruction de l'Univers. C'est de cet Infini que se sont séparés les cieux et tous les mondes qui, pris dans leur ensemble, sont infinis (καὶ καθόλου τοὺς ἅπαντας ἀπείρους ὄντας κόσμους). De l'éternité infinie provient la destruction, comme la génération en était issue longtemps auparavant ; toutes ces générations et ces destructions se reproduisent d'une manière cyclique (ἀπεφήνατο δὲ τὴν φθορὰν γίνεσθαι καὶ πολὺ πρότερον τὴν γένεσιν ἐξ ἀπείρου αἰῶνος ἀνακυκλουμένων πάντων αὐτῶν). » Clairement,

1. Sénèque, *Questions naturelles*, livre III, cc. XXVIII et XXIX.
2. Édouard Zeller, *La Philosophie des Grecs*, traduite de l'allemand par Émile Boutroux, t. I, pp. 238-239, Paris, 1877
3. Eusèbe, *Præparatio Evangelica*, l. I., c. VIII, art. 1.

nous voyons ici Anaximandre affirmer un double infini : Une étendue infinie, principe de la coexistence d'une infinité de mondes simultanés ; une éternité infinie, principe des générations et des destructions périodiques d'une infinité de mondes successifs.

En des termes différents, les mêmes idées sont prêtées à Anaximandre par l'ouvrage, intitulé *Philosophumena* ou encore *Refutatio omnium hæresium*, que l'on a longtemps attribué à Origène et que l'on restitue, aujourd'hui, à saint Hippolyte. Voici, en effet, ce que cet ouvrage rapporte de l'enseignement d'Anaximandre [1] :

« Celui-ci dit que le principe des êtres est une certaine nature de l'infini ; de cette nature naissent les cieux et les mondes qu'ils contiennent. Elle est éternelle et ne vieillit point, cette nature qui embrasse tous les mondes. »

A cela, saint Hippolyte ajoute cette phrase importante : « Anaximandre dit que le temps est comme [formé] de l'ensemble délimité de la génération, de l'existence et de la destruction [d'un monde] (λέγει δὲ χρόνον ὡς ὡρισμένης τῆς γενέσεως καὶ τῆς οὐσίας καὶ τῆς φθορᾶς) ». Pour la première fois, nous entrevoyons ici cette idée que le temps véritable, que la durée parfaite, c'est la durée bien déterminée qui s'écoule de la naissance à la mort de l'un des mondes successifs, c'est la période selon laquelle se reproduit l'Univers ; bientôt, Archytas de Tarente nous dira quelle importance cette pensée a prise dans la théorie pythagoricienne du temps.

Comme Anaximandre, Anaximène admettait assurément l'existence successive d'une infinité de mondes dont une période de temps bien déterminée réglait les naissances et les morts. Simplicius nous l'affirme en propres termes. Il est des philosophes, dit-il [2], au gré desquels « il existe toujours un monde ; mais ce n'est pas le même monde qui existe toujours ; ce qui existe, c'est tantôt un monde, tantôt un autre, dont la génération se fait suivant certaines périodes de temps (γινόμενον κατά τινας χρόνων περιόδους). C'est ce qu'ont pensé Anaximène, Héraclite, Diogène et, plus tard, les Stoïciens. »

Dès là que, dans la suite infinie des mondes, chaque monde a une durée limitée, la même pour tous, la connaissance de cette durée apparaît à l'homme comme l'un des objets les plus captivants qui puissent retenir sa curiosité. De bonne heure, il dut s'essayer à déterminer cette durée, à comparer la période de la

1. SANCTI HIPPOLYTI *Refutatio omnium hæresium*, lib I, cap. VI [*Patrologiæ græcæ* accurante J. P. Migne t. XI, pars III (ORIGENIS *Operum* t. VI, pars III), col. 3029].

2. SIMPLICII *In Aristotelis physicorum libros quattuor posteriores commentaria*. Edidit H. Diels. Berolini, 1895. Lib. VIII, cap. II, p. 1121.

naissance et de la mort universelle aux périodes que les mouvements astronomiques offraient à sa contemplation.

Or, dès qu'ils avaient eu quelque connaissance du mouvement des étoiles errantes, les Grecs s'étaient appliqués à déterminer les cycles qui ramènent un même ensemble de phénomènes astronomiques ; à ces cycles, ils donnaient volontiers le nom de grandes années.

C'est ainsi qu'en l'*Astronomie* de Théon de Smyrne, on peut lire ce passage [1] :

« Eudème, en son *Astronomie*, rapporte qu'Œnopide a, le premier, reconnu la ceinture du zodiaque et la période de la grande année. » Or cet Œnopide de Chio était contemporain d'Anaxagore, qui vivait au ve siècle avant notre ère.

Ce renseignement, qui nous apprend qu'Œnopide de Chio a traité d'une certaine grande année, se trouve confirmé par le compilateur Jean Stobée [2] ; celui-ci va nous apprendre que la grande année d'Œnopide n'était qu'un cycle luni-solaire [3].

« L'année de Saturne est une période de trente années [solaires], celle de Jupiter est de douze années, celle de Mars de deux ans, celle du Soleil de douze mois, celle de la Lune de trente jours ; c'est là, en effet, le mois parfait, compté d'une phase où la Lune est en conjonction [avec le Soleil à une autre phase semblable].

» Ce que l'on nomme la grande année (μέγας ἐνιαυτός) s'accomplit lorsque [la Lune et le Soleil] reviennent aux lieux à partir desquels ils ont commencé à se mouvoir. Cette grande année, les uns la font consister en l'espace de huit ans (ὀκταετηρίς), les autres en l'espace de dix-neuf ans (ἐννεαδεκαετηρίς), d'autres encore en des durées quatre fois plus grandes, d'autres enfin en cinquante-neuf ans ; parmi ces derniers, se trouvent Œnopide et Pythagore.

» D'autres font consister la Grande Année en ce que l'on appelle le principe du temps (κεφαλὴ τοῦ χρόνου) ; ce principe est marqué par la réunion des sept astres errants accomplie au jour où [le

1. Theonis Smyrnæi *Liber de Astronomia*, cap. XL ; éd. Th.-H. Martin, pp. 322-325. *Exposition des connaissances mathématiques...*, l. III, ch. XL ; éd. J. Dupuis, pp. 320-321.

2. Joannis Stobæi *Eclogarum physicarum* lib. I, cap. VIII (Joannis Stobæi *Eclogarum physicarum et ethicarum libri duo*. Recensuit Augustus Meineke. Lipsiæ, 1860, t. I, pp. 66-67).

3. Ce n'est pas l'opinion de Paul Tannery. Cf. : Paul Tannery, *La grande année d'Aristarque de Samos*, V et VI (*Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 3e série, t. IV, 1888, pp. 79-96. — Réimprimé dans : Paul Tannery, *Mémoires scientifiques*, II, Toulouse et Paris, 1912, pp. 358-363). On trouvera dans ce mémoire d'importants renseignements sur les grandes années dont il est ici question. On en trouvera également dans : Sir Thomas Heath, *Aristarchus of Samos*, Part. I, XIX : Greek Months, Years, and Cycles ; pp. 284-294.

Soleil commence] à s'éloigner du Nord (le solstice d'été). — Τῶν ἑπτὰ πλανητῶν ἐπὶ ταυτῇ ἡμέρᾳ τῆς ἐξ ἄρκτου φορᾶς ἐπάνοδος).

» [Cette année-là], Héraclite la compose de dix-huit mille années solaires ; Diogène le Stoïque l'évalue à trois cent soixante-cinq années dont chacune est aussi longue que l'année considérée par Héraclite. »

Aux renseignements donnés par Jean Stobée sur les divers cycles astronomiques partiels et sur ce cycle astronomique total qui constitue la Grande Année par excellence, il convient de joindre ceux que nous devons à Censorin [1] :

« Il y a plusieurs autres grandes années, comme l'année métonique, composée par l'athénien Méton de dix-neuf années solaires ; aussi l'appelle-t-on ἐννεαδεκαετηρίς ; on y intercale sept mois et l'on y compte six mille neuf cent-quarante jours.

» On distingue aussi l'année du pythagoricien Philolaüs, formée de cinquante-neuf ans et de vingt-et-un mois intercalaires ; l'année de Calippe de Cyzique, composée de soixante-seize ans avec intercalation de vingt-huit mois ; l'année de Démocrite, formée de quatre-vingt-deux ans et de vingt-huit mois intercalaires ; puis celle d'Hipparque, composée de trois cent-quatre ans, avec l'intercalation de cent-douze mois.

» Il y a encore l'Année qu'Aristote appelle très grande plutôt que grande, et qui est formée par les révolutions du Soleil, de la Lune et des cinq étoiles errantes, lorsque tous ces astres sont revenus à la fois au point céleste d'où ils étaient partis ensemble. Cette Année a un Grand Hiver appelé par les Grecs κατακλυσμός (inondation) et par les latins *diluvium* ; elle a aussi un été que les Grecs nomment ἐκπύρωσις ou incendie du Monde. Le Monde, en effet, doit être, tour à tour inondé ou embrasé à chacune de ces époques.

» Cette Année-là, d'après l'opinion d'Aristarque, se compose de deux mille quatre cent-quatre-vingt-quatre années solaires ; suivant Arétès de Dyrrachium, de cinq mille cinq cent-cinquante-deux ans ; suivant Héraclite et Linus, de dix mille huit cents ans ; suivant Dion de dix mille huit cent-quatre-vingt-quatre ans ; suivant Orphée, de cent mille vingt ans ; suivant Cassandre, de trois millions six cent mille ; d'autres enfin, ont considéré cette année comme infinie et comme ne devant jamais recommencer. »

Censorin donne, à la Grande Année d'Héraclite, une durée de dix mille huit cents ans ; Jean Stobée la faisait de dix-huit mille

1. Censorinus, *De die natali* cap. XVIII.

ans. Cette dernière évaluation est celle que nous donne le Pseudo-Plutarque, qui puise assurément à la même source que Jean Stobée :

« Les uns, dit-il [1], définissent comme grande année une période de huit ans ; les autres, une période de cinquante-neuf ans. Héraclite la fait de dix-huit mille années solaires. Diogène l'évalue à trois cent soixante-cinq années dont chacune est égale à celle d'Héraclite. D'autres encore la font de sept mille sept cent soixante-dix-sept ans. »

Ces divers compilateurs s'accordent tous à donner Héraclite comme un de ceux qui ont proposé une évaluation de la grande Année ; qu'Héraclite ait regardé le Monde comme un être périodique, éternellement détruit et éternellement régénéré, nous en avons l'assurance par divers auteurs et, tout d'abord, par Aristote.

« Tous ces philosophes, écrit Aristote [2], s'accordent à dire que l'Univers a été engendré ; mais certains enseignent que, bien qu'engendré, il est éternel ; d'autres prétendent qu'il est mortel comme tout autre arrangement de choses que la nature a réunies ; d'autres, enfin, disent qu'il est soumis à la destruction de telle sorte qu'il se comporte, tour à tour, tantôt d'une première manière et tantôt d'une seconde manière, et que cette alternance doit se poursuivre éternellement ainsi ; tels sont Empédocle d'Agrigente et Héraclite d'Ephèse. »

A quatre reprises, Simplicius confirme et complète le renseignement que nous donne Aristote. Ce commentateur dit [3] : « Héraclite enseigne que toutes choses sont faites d'une masse de feu limitée, et que toutes choses se doivent résoudre, de nouveau, en cette masse de feu. Cette opinion semble être aussi celle des Stoïciens ».

Le même commentateur nous a déjà dit [4] qu'au gré de certains philosophes, « il existe toujours un monde ; mais ce n'est pas le même monde qui existe toujours ; ce qui existe, c'est tantôt un monde et tantôt un autre, dont la génération se fait suivant certaines périodes de temps. C'est ce qu'ont pensé Anaximène, Héraclite, Diogène et, plus tard, les Stoïciens ».

1. Pseudo-Plutarque, *De placitis philosophorum* lib. II, cap. XXXII.

2. Aristote, *De Cælo* lib. I, cap. X. (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 283 ; éd. Bekker, vol. II. p. 279, col. b).

3. Simplicii *In Aristotelis Physicorum libros quatuor priores commentaria ;* in Arist. lib. III, cap. V ; éd. Diels, p. 480.

4. Simplicii *In Aristotelis physicorum libros quatuor posteriores commentaria*. Edidit H. Diels. Berolini, 1895. Lib. VIII, cap. II, p. 1121.

« Héraclite enseigne, écrit encore Simplicius[1], que, tantôt, l'Univers est embrasé et que, tantôt, il se restaure à partir du feu ; ces effets se reproduisent suivant certaines périodes de temps, en lesquelles alternent, dit-il, « les durées d'embrasement et » les durées d'extinction, μέτρα ἁπτόμενος καὶ μέτρα σβεννύμενος ». Plus tard, les Stoïciens ont adopté la même opinion. »

Plus loin, Simplicius mentionne[2] « ceux qui prétendent que le Monde a été engendré et qui, en outre, enseignent qu'il doit être détruit puis engendré de nouveau, tour à tour, et cela indéfiniment ; c'est, semble-t il, ce que disaient Empédocle et Héraclite, puis, plus tard, certains Stoïciens ».

A côté du nom d'Héraclite, Simplicius, comme Aristote, cite ici celui d'Empédocle ; auparavant, déjà, il avait rapproché ces deux noms, en donnant des renseignements plus détaillées sur l'opinion d'Empédocle.

« Certains de ceux qui prétendent que le Monde a été engendré, avait-il dit[3], enseignent aussi qu'il est périssable ; mais ils sont, à cet égard, de deux opinions différentes.

» Les uns veulent qu'il soit périssable comme l'est tout autre assemblage d'atomes ; de même que Socrate, qui est mort une fois pour toutes et ne reviendra jamais.

» Les autres veulent que, tour à tour, le Monde soit engendré et détruit, que le même Monde soit de nouveau engendré pour être de nouveau détruit. et que cette succession se reproduise éternellement. Ainsi Empédocle prétend-il que l'Amour (Φιλία) et la Discorde (Νεῖκος) dominent à tour de rôle ; l'Amour réunit toutes choses en un seul tout, détruit ainsi le monde de la Discorde et, de ce monde-là, fabrique une sphère homogène ; mais alors, la Discorde sépare les éléments les uns des autres et dispose un monde tel que celui-ci. C'est ce qu'Empédocle exprime lorsqu'il dit :

« Tantôt l'Amour l'emporte et réunit toutes choses en une ; » tantôt les diverses choses se séparent, mues par la haine de » la Discorde ; puis l'unité s'engendre de nouveau au sein de la » multiplicité à laquelle elle met fin ; ainsi [l'homogène et l'hétéro- » gène] sont sans cesse engendrés ; ni à l'un ni à l'autre n'est » attribuée l'immuable éternité ; mais par là que ces alternances

1. Simplicii *In Aristotelis de Cœlo commentaria ;* in Arist. lib. I, cap. X ; éd. Karsten, p. 132, col. b ; éd. Heiberg, p. 294.
2. Simplicii *Op. laud.* ; in Arist. lib. I, cap. X ; éd. Karsten, p. 138, col. a ; éd. Heiberg, p. 307.
3. Simplicii *Op. laud.*, in Arist. lib I, cap. X ; éd. Karsten, p. 132, coll. a et b ; éd. Heiberg, pp. 293-294.

» n'ont jamais aucune fin, par là même [l'homogène et l'hétéro-
» gène] gardent toujours l'immobilité de ce qui est périodique.

» Ἄλλοτε μὲν Φιλότητι συνερχόμεν' εἰς ἓν ἅπαντα,
» Ἄλλοτε δ' αὖ δίχ' ἕκαστα φορούμενα Νείκεος ἔχθει,
» Ἠδὲ πάλιν διαφύντος ἑνὸς πλέον' ἐκτελέθουσι,
» Τῇ μὲν γίγνονταί τε καὶ οὔ σφισιν ἔμπεδος αἰών·
» Ἧι δὲ διαλλάσσοντα διαμπερὲς οὐδαμὰ λήγει,
» Ταύτῃ δ' αἰὲν ἔασιν ἀκίνητοι κατὰ κύκλον. »

Par ces vers d'Empédocle, nous entendons, pour la première fois, énoncer une idée que nous retrouverons bien souvent en la Philosophie grecque : Une chose changeante qui se reproduit périodiquement nous présente comme la ressemblance atténuée d'une chose qui demeure éternellement la même.

Aristote nous apprend en outre [1] qu'entre ces deux mouvements contraires qui, alternativement, défont le Monde et le refont, mouvement de coordination déterminé par l'Amour et mouvement de désagrégation produit par la Haine, Empédocle admettait une période intermédiaire d'immobilité et de repos : « ... Ὅπερ ἔοικεν Ἐμπεδοκλῆ ἂν εἰπεῖν, ὡς τὸ κρατεῖν καὶ κινεῖν ἐν μέρει τὴν Φιλίαν καὶ τὸ Νεῖκος ὑπάρχει τοῖς πράγμασιν ἐξ ἀνάγκης, ἠρεμεῖν δὲ τὸν μεταξὺ χρόνον. »

Aux renseignements qu'il nous a déjà donnés sur la doctrine d'Empédocle, Simplicius ajoute une dernière indication [2] :

« Empédocle dit que ce qui s'engendre de nouveau n'est pas la même chose que ce qui a été détruit, si ce n'est au point de vue de l'espèce. Ἐμπεδοκλῆς τὸ γινόμενον οὐ ταὐτὸν τῷ φθαρτέντι φησίν, εἰ μὴ ἄρα κατ' εἶδος. »

Cette indication a son importance. En effet, les innombrables partisans de cette théorie qui fait du Monde un être périodique se divisent entre deux opinions. Les uns soutiennent que les choses dont un monde est composé sont numériquement identiques aux choses qui subsistaient au sein du monde précédent ; dans le monde à venir naîtra un Empédocle qui sera, de corps et d'âme, identique à l'Empédocle qui a vécu dans le monde actuel ; ceux-ci admettent donc l'immortalité de l'âme et la métempsychose. Les autres, et c'est parmi eux que se range Empédocle, admettent que les choses dont un monde est fait périssent sans retour ; dans le monde suivant reparaîtront des choses de même espèce, qui seront sem-

1. Aristote, *Physique*, livre VIII, ch. I (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 344 ; éd. Bekker, vol. I, p. 252, col. a).
2. Simplicius, *loc. cit.* ; éd. Karsten, p. 133, col. a ; éd. Heiberg, p. 295.

blables à celles qui ont disparu, mais qui ne leur seront pas identiques ; on reverra un homme tout semblable à Empédocle, mais qui ne sera pas Empédocle.

Quelle était exactement, au sujet de la succession d'une infinité de mondes, l'opinion des Pythagoriciens, il est assez malaisé de le déterminer [1].

On a beaucoup épilogué sur un passage où le *De placitis philosophorum* rapporte une opinion de Philolaüs ; voici comment s'exprime le Pseudo-Plutarque [2] :

« De quoi se nourrit le Monde — Philolaüs dit que la destruction se produit de deux manières, tantôt parce que le feu du ciel vient à s'écouler, tantôt parce que l'eau lunaire se répand en l'atmosphère aérienne ; de ces deux éléments sont formés les aliments gazeux du monde. ».

Jean Stobée reproduit presque exactement [3] ce passage ; ailleurs [4], il en reprend une partie seulement, mais il y introduit un mot qui ne se trouvait point dans les citations que nous venons de rapporter : « Philolaüs dit que la destruction *du monde* se produit de deux manières ; l'une est l'effet de l'écoulement du feu du ciel, l'autre de l'épanchement de l'eau lunaire dans l'atmosphère aérienne ».

L'interprétation la plus probable que l'on puisse donner de ce passage nous paraît être la suivante :

Philolaüs ne croit pas, comme Anaximandre, Anaximène, Héraclite et Empédocle, que le monde doive jamais être détruit en entier pour qu'un monde entièrement nouveau naisse à sa place ; c'est toujours le même Univers qui demeure ; mais en cet Univers, la partie inférieure, celle qui est au-dessous du Ciel (Οὐρανός) et qui constitue proprement le Κόσμος, a besoin d'aliments qui entretiennent sa vie ; ces aliments lui sont fournis tantôt sous forme d'un déluge de feu et tantôt sous forme d'un déluge d'eau ; ces déluges entraînent la destruction totale ou partielle des choses qui se trouvent à la surface de la terre ; mais en même temps, chacun d'eux est, pour le Κόσμος, un principe de régénération.

A interpréter de la sorte la doctrine de Philolaüs, on est, en quelque sorte, encouragé par ce fait que Platon met des pensées fort analogues dans la bouche du pythagoricien Timée.

L'idée qu'il y a lieu de distinguer, dans l'Univers, un Οὐρανός de

1. ÉDOUARD ZELLER, *La Philosophie des Grecs*, trad. Boutroux, pp. 420-421.
2. PSEUDO-PLUTARQUE, *De Placitis philosophorum* l. II, c. V, art. 3.
3. JOANNIS STOBÆI *Eclogarum physicarum et ethicarum libri duo*. Recensuit Augustus Meineke, Lipsiæ, 1860. Lib. I, cap. XXI ; t. I. p. 127.
4. JOANNIS STOBÆI, *Op. laud.*, lib. I, cap. XX ; éd. cit., t. I, p. 116.

durée éternelle et un Κόσμος où les choses ne naissent que pour mourir, idée que Platon, puis Aristote, mettront au fondement même de leur Cosmologie, paraît donc avoir pris naissance chez les Pythagoriciens. Elle se marque clairement dans ce que nous savons d'Alcméon de Crotone qui a passé, peut-être à tort, pour disciple immédiat de Pythagore, mais qui a, du moins, très fortement subi l'influence des doctrines italiques [1].

Selon la doctrine d'Alcméon, les êtres éternels et divins, au dire d'Aristote [2], avaient en apanage le mouvement perpétuel : « Alcméon dit que l'âme est immortelle parce qu'elle est semblable aux êtres immortels ; et cette similitude lui échoit en tant qu'elle est sans cesse en mouvement ; il dit, en effet, que tous les êtres divins, la Lune, le Soleil, les astres, le ciel tout entier se meuvent d'un mouvement continu qui dure toujours (κινεῖσθαι συνεχῶς ἀεί) ».

Ainsi donc, pour Alcméon, les êtres divins et immortels, ce sont les astres et ce qui leur est semblable ; l'éternité de ces êtres est caractérisée par le mouvement perpétuel ; inutile d'ajouter que le philosophe de Crotone conçoit assurément ce mouvement perpétuel comme un mouvement périodique semblable aux mouvements astronomiques.

Aristote, d'ailleurs, nous rapporte [3] une autre pensée d'Alcméon, qui vient préciser et compléter la précédente : « Alcméon dit que les hommes meurent par ce fait qu'ils ne peuvent pas rattacher leur commencement à leur fin. Τοὺς γὰρ ἀνθρώπους φησὶν Ἀλκμαίων διὰ τοῦτο ἀπόλλυσθαι, ὅτι οὐ δύνανται τὴν ἀρχὴν τῷ τέλει προσάψαι. » Éprouver une suite de transformations dont l'état final soit identique à l'état initial, c'est la condition nécessaire et suffisante pour être immortel ; en effet, l'être qui a parcouru une première fois un tel cycle fermé, recommencera à le parcourir de nouveau et le parcourra une infinité de fois.

Or Alcméon déclare l'âme immortelle ; c'est donc qu'il regarde la vie de l'âme comme un cycle fermé dont l'état final vient rejoindre l'état initial, c'est donc qu'à son gré, une même âme subit une infinité de réincarnations toutes semblables entre elles. En cela, comme en maint autre point de sa doctrine, le philosophe de Crotone conforme sa pensée à l'enseignement pythagoricien.

1. ÉDOUARD ZELLER, *La Philosophie des Grecs*, trad. Boutroux, t. I, pp. 464-465.

2. ARISTOTELIS *De anima* lib. I, cap. II (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. III, p. 435 ; éd. Bekker, vol. I, p. 405 ; coll. a et b).

3. ARISTOTELIS *Problemata*, XVII, 3 (ARISTOTELIS, *Opera*, éd. Didot, t. IV, p. 203 ; éd. Bekker, vol. II, p. 916, col. a).

« Aucune doctrine pythagoricienne [1] n'est plus connue et ne peut être attribuée avec plus de certitude au fondateur de l'École que la doctrine de la transmigration des âmes. Il en est déjà parlé dans Xénophane, ensuite dans Ion de Chios. Philolaüs l'expose, Aristote la désigne comme une fable pythagoricienne, et Platon a évidemment tracé ses descriptions mythiques sur l'état des âmes après la mort à l'imitation des Pythagoriciens. »

Ce qui nous intéresse ici, c'est le caractère cyclique que les Pythagoriciens attribuaient aux transmigrations de chaque âme ; ce caractère se marque nettement dans un texte d'Eudème que Simplicius nous a conservé.

Aristote, en sa *Physique* [2], après avoir dit comment le temps est ce par quoi nous mesurons le mouvement, parle d'un mouvement qui se reproduit périodiquement identique à lui-même ; ce mouvement qui revient, toujours le même, a pour mesure un temps qui, nécessairement, est toujours le même : « Quand il arrive qu'un mouvement se reproduit plusieurs fois de suite, un et toujours le même, il en est ainsi du temps (ἔτι ὡς ἐνδέχεται κίνησιν εἶναι τὴν αὐτὴν καὶ μίαν πάλιν καὶ πάλιν, οὕτω καὶ χρόνον) ; tels sont l'année, le printemps, l'automne ».

En commentant ce texte, Simplicius [3] soulève la grande discussion à laquelle une citation d'Empédocle nous a déjà permis de faire allusion : Un mouvement qui se reproduit toujours identique à lui-même doit-il ramener des êtres numériquement identiques entre eux ou seulement des êtres spécifiquement semblables ? A ce propos, Simplicius écrit :

« Les Pythagoriciens enseignaient que, de nouveau et encore de nouveau (πάλιν καὶ πάλιν), des êtres étaient engendrés qui étaient, même numériquement, identiques aux êtres engendrés précédemment. Rien de mieux que d'écouter le discours par lequel Eudème, au troisième livre de sa *Physique*, développe le texte que nous venons de citer : « Mais, demandera-t-on, le même temps se reproduira-t-il de nouveau, comme quelques-uns le disent, ou bien » ne se reproduira-t-il pas ? Le même temps se dit de plusieurs » manières. Un temps qui est le même au point de vue de l'es- » pèce (τῷ εἴδει τὸ αὐτό) se reproduit d'une façon manifeste ; ainsi » en est-il de l'été, de l'hiver et des autres époques et périodes ;

1. Édouard Zeller, *La Philosophie des Grecs*, trad. Boutroux, t. I, p. 427.
2. Aristote, *Physique*, livre IV, chap. XII (Aristetelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 302 ; éd. Bekker, vol. II, pp. 220, col. b).
3. Simplicii *In Aristotelis physicorum libros quattuor priores commentaria*. Edidit Hermannus Diels, pp. 732-733.

» de même se reproduisent des mouvements qui sont spécifique-
» ment les mêmes ; le Soleil, par exemple repasse aux points équi-
» noxiaux, aux points tropiques et accomplit derechef les autres
» parties de sa course. Mais si l'on en croyait les Pythagoriciens,
» ce sont les mêmes choses, identiques au point de vue numérique,
» qui se doivent reproduire (πάλιν τὰ αὐτὰ ἀριθμῷ) ; je vous raconte-
» rai de nouveau cette même fable, en tenant à la main ce même
» bâton, et vous serez tous assis comme vous l'êtes, et toutes les
» autres choses se comporteront semblablement ; dès lors, il est rai-
» sonnable de dire que le temps sera [numériquement] le même ;
» que l'on considère, en effet un seul de ces mouvements identi-
» ques ou que l'on considère semblablement un grand nombre de
» ces mouvements identiques, on y trouvera une seule et même
» succession d'événements (τὸ πρότερον καὶ ὕστερον ἓν καὶ ταὐτόν) ;
» le nombre qui mesure ces mouvements sera donc aussi le même.
» Toutes choses donc seront identiques, en sorte que le temps le
» sera aussi. Πάντα ἄρα τὰ αὐτά, ὥστε καὶ ὁ χρόνος ».

L'identité des périodes cosmiques successives était donc si rigoureuse pour les Pythagoriciens qu'on ne pouvait plus distinguer ces périodes les unes des autres ; il ne restait aucun moyen de les placer à des époques différentes, de leur attribuer une succession ; les temps relatifs à toutes ces périodes ne formaient en vérité qu'un seul temps, le temps de l'une d'entre elles ; telle est la pensée profonde qu'Eudème expose en ce passage.

L'idée de la vie périodique de l'Univers et de la Grande Année qui la rythme était extrêmement familière aux écoles pythagoriciennes. Quelle forme elle y prenait au moment même où Platon, en ses voyages, recueillit l'enseignement de ces écoles, nous le savons par Archytas de Tarente. Les livres où Archytas traitait des *catégories* et, en particulier, du temps, sont aujourd'hui perdus ; mais, nous l'avons dit, Simplicius, qui avait ces livres sous les yeux, nous a fidèlement résumé [1] la théorie du temps qui s'y trouvait contenue ; qui plus est, il a eu le bon esprit de nous donner certaines citations textuelles d'Archytas.

C'est ainsi que Simplicius nous rapporte en propres termes [2] la définition du temps telle que la donnait le philosophe de Tarente : « Le temps, c'est le nombre d'un certain mouvement, ou bien

1. Simplicii *In Aristotelis categorias commentarium*. Edidit Carolus Kalbfleisch. Berolini. MCMVII. Περὶ τοῦ ποτὲ καὶ ποῦ, pp. 350-353. — Simplicii *In Aristotelis physicorum libros quatuor priores commentaria*. Edidit Hermannus Diels. Berolini, 1882. Lib. IV, corollarium de tempore, pp. 785-786.

2. Simplicii *In Aristotelis categorias commentarium, loc. cit.*, éd. cit., p. 350.

encore c'est, d'une manière générale, l'intervalle propre à la nature de l'Univers. Ἐστὶν ὁ χρόνος κινάσιός τινος ἀριθμὸς ἢ καὶ καθόλω διάστημα τᾶς τοῦ παντὸς φύσιος ».

Prise isolément, cette définition pourrait sembler bien ambiguë ; mais, heureusement, Simplicius, qui lisait les livres d'Archytas, y a joint des commentaires capables de l'éclaircir.

Tous les mouvements qui se produisent dans le Monde ont une Cause première, un premier Moteur ; selon la Philosophie d'Aristote, ce premier Moteur sera immobile ; selon la Philosophie de Platon, ce premier Moteur est, en même temps, mobile, il se meut lui-même, il est l'Ame du Monde ; les commentaires de Simplicius posent implicitement l'accord, en ce point, de la Métaphysique de Platon avec celle d'Archytas ; ils supposent, en la doctrine du pythagoricien de Tarente, l'affirmation d'une Ame mobile, principe de tous les mouvements qui se succèdent dans l'Univers.

Le premier de tous les mouvements, c'est donc le mouvement interne de l'Ame du Monde.

De ce premier mouvement émane un second mouvement, extérieur à l'Ame du Monde, et qui est le mouvement général de l'Univers ; le mouvement interne de l'Ame du Monde, qui est la cause, et le mouvement général de l'Univers, effet immédiat de cette cause, sont simultanés ; on les doit concevoir comme deux mouvements périodiques dont la période est la même.

Du mouvement général de l'Univers découlent, à leur tour, tous les mouvements particuliers qui se produisent dans le Monde, les circulations des divers astres ainsi que les générations et les destructions d'ici-bas.

Le temps, au gré d'Archytas, est un nombre déterminé par le second mouvement, par le mouvement général de l'Univers ; l'unité de temps, c'est la durée de la période de ce mouvement ; c'est là l'intervalle général propre à la nature de l'Univers, le τὸ καθόλου διάστημα τῆς τοῦ παντὸς φύσεως ; le temps qui sépare deux événements, c'est le nombre obtenu en comptant les révolutions ou fractions de révolution du mouvement général de l'Univers qui se sont accomplies entre ces deux événements.

D'ailleurs, comme le mouvement général de l'Univers et le mouvement interne de l'Ame sont simultanés, on peut aussi bien dire que le temps est le nombre des périodes de ce dernier mouvement.

Telle est la théorie qui nous semble résulter de l'interprétation du texte de Simplicius, texte dont voici les principaux passages [1] :

1. Simplicii *In categorias commentaria*, *loc. cit.*, éd. cit., pp. 350-351.

« Archytas dit « que le temps est le nombre d'un certain mouvement ou bien encore qu'il est, d'une manière générale, l'intervalle propre à la nature de l'Univers ». Par là, il ne réunit pas en une doctrine unique, comme certains le prétendent, l'opinion d'Aristote et celle des Stoïciens. Aristote a déclaré que le temps était le nombre du mouvement et, d'autre part, parmi les Stoïciens, Zénon a dit que le temps était simplement l'intervalle de tout mouvement, tandis que Chrysippe a affirmé qu'il était l'intervalle du mouvement de l'Univers. Archytas ne soude nullement entre elles ces deux définitions ; il crée une définition unique et qui a son sens propre, en dehors des explications des autres philosophes. Il ne dit pas que le temps est le nombre de tout mouvement, selon la définition que donnera Aristote, mais le nombre d'un certain mouvement ; non pas du mouvement de l'un des corps partiels du Monde, comme serait le mouvement du Ciel ou celui du Soleil ou tout autre mouvement spécialement attribué à quelqu'un des mobiles particuliers ; s'il en était ainsi, en effet, le temps ne pourrait être regardé comme un principe ; il ne serait pas digne qu'on le mette, en vertu de son origine, au nombre des premiers êtres. Par ces paroles, Archytas désigne certainement un mouvement primordial et qui soit la cause des autres mouvements..... Ainsi, en ce passage, il propose à notre considération un mouvement unique, cause des mouvements multiples, cause qui devait se mouvoir elle-même selon Platon, tandis qu'au gré d'Aristote, elle devait être immobile parce qu'elle est le principe de tous les mouvements. Notre auteur semble donc désigner par ces paroles le mouvement substantiel de l'Ame [du Monde], l'émission des raisons qui lui sont subordonnées par essence, et la transformation de ces raisons les unes dans les autres ; ce mouvement unique-là est ce certain mouvement dont il affirme la liaison avec le temps. Du nombre qui mesure ce mouvement, il dit qu'il est déjà producteur de génération, qu'il procède à la fabrication des êtres qui sont dans le Monde ; c'est ce nombre qui détermine sans cesse les passages et les transformations par les émissions des raisons qui naissent de lui ; c'est lui qui est le temps fécond en œuvres (ὃς καὶ ἐναργής ἐστιν χρόνος).....

» L'Ame est le principe et la cause de tout mouvement, soit qu'elle se meuve elle-même comme le veut Platon, soit qu'elle demeure immobile comme le prétend Aristote ; partant, il est raisonnable qu'elle soit la cause du mouvement qui sert à définir le temps (τῆς χρονικῆς κινήσεως αἰτία). Mais si Archytas déclare que le temps producteur de la génération est le nombre qui procède du

mouvement de l'Ame pris comme unité, il est clair qu'il a également considéré ce mouvement-ci comme étalon (μονάς) de temps ; il semble qu'il regarde le temps comme constitué à la fois par le premier mouvement, celui qui subsiste dans l'Ame, et par le mouvement qui procède de celui-là ; c'est à ce second mouvement que tout autre mouvement est rapporté et comparé, c'est par lui qu'il est mesuré ; il faut, en effet, que la mesure se puisse superposer à l'objet à mesurer et, en même temps, qu'elle joue, par rapport à lui, le rôle d'un principe. »

De cette unité de temps qui rythme la vie périodique du Monde, de ce διάστημα τῆς τοῦ παντὸς φύσεως, l'analogie est frappante avec le *kalpa* des Indiens, avec le jour de *sindhind*, avec le jour du Monde qui forme un jour de la vie de Brahma et qui, périodiquement, ramène l'Univers au même état. Et comment d'autre part, ne rapprocherait-on pas ce κινήσεως τινος ἀριθμός, dont l'intervalle de la Nature universelle est l'unité, la μονάς, et qui constitue le temps, de ce τέλεος ἀριθμὸς χρόνου dont Platon met la définition sur les lèvres de Timée le pythagoricien et qu'il identifie à l'Année parfaite, au τέλεος ἐνιαυτός ?

Ce rapprochement entre les doctrines des Indiens et d'Archytas, d'une part, et la doctrine de Platon, d'autre part, devient encore plus saisissant lorsqu'on se souvient du langage que Platon, avant d'écrire le *Timée*, avait tenu en la *République*[1].

« Ce n'est pas seulement aux plantes enracinées dans le sol, disait-il, c'est aussi aux animaux répandus à la surface de la terre que l'infécondité de l'âme et du corps survient après la fertilité ; à chacun de ces êtres, ces changements alternatifs attribuent le parcours d'un certain cercle, à ceux qui vivent peu de temps, un cercle rapidement décrit, à ceux qui vivent longtemps, un cercle qui se ferme lentement. » Ainsi en est-il de la constitution des cités et de tout ce qui est soumis à la génération. « A ce qui est à la fois engendré et divin », poursuit Platon, qui désigne par là les corps célestes, « correspond une révolution périodique que comprend un nombre parfait (περίοδος ἣν ἀριθμὸς περιλαμβάνει τέλειος) ; mais pour ce qui est engendré et humain, il y a un certain nombre qui vient avant celui-là (πρῶτος) ; c'est de ce nombre que les accroissements reçoivent leur puissance et c'est par lui qu'ils sont à leur tour subjugués..... Or, ce nombre géométrique pris en son entier, est, de cette manière, le maître (κύριος) des générations meilleures et des générations pires. »

1. Platonis *Civitas*, lib. VIII, 546 (Platonis *Opera*, éd. Didot, t. II, pp. 144-145).

Suivant une doctrine toute semblable à celle que Massoudi attribue aux Indiens, Platon veut ici que tout être passe alternativement d'une jeunesse féconde à une vieillesse stérile ; pour chacun d'eux, cette succession de croissance et de décrépitude correspond au parcours plus ou moins rapide d'un certain cercle (περιτροπαὶ ἑκάστοις κύκλων περιφορὰς ξυνάπτωσι, βραχυβίοις μὲν βραχυπόρους, ἐναντίοις δὲ ἐναντίας). Parmi ces circulations périodiques, il en est une qui régit la prospérité et la décrépitude de toutes les choses humaines ; mais la période de celle-ci est subordonnée au Nombre parfait qui mesure la période du mouvement des astres.

Ce Nombre parfait, Platon ne le nomme pas explicitement ; il indique la formule qui permet de l'obtenir. Cette formule a vivement attiré l'attention des commentateurs et des historiens modernes, soit que leur sagacité s'exerçât à en deviner le sens soit qu'elle désespérât d'y parvenir. Le dernier et, semble-t-il, le plus heureux de ces chercheurs est M. J. Dupuis [1]. Selon les conjectures très vraisemblables de cet auteur, le Nombre parfait qui ramène au même état l'ensemble des êtres divins et engendrés, qui mesure donc la Grande Année platonicienne, serait 760000 ans. Il est ainsi multiple du cycle luni-solaire de Méton, qui compte dix-neuf années et 235 lunaisons, et de la myriade d'années, période au bout de laquelle, selon Platon, chaque âme revient à son point de départ [2].

Il semble bien clair que le Nombre parfait de Platon n'est autre que celui qui, d'après Archytas, mesure la période de la Nature universelle, τὸ διάστημα τῆς τοῦ παντὸς φύσεως.

Simplicius, d'ailleurs ne nous donne pas la doctrine d'Archytas comme isolée en l'ancienne philosophie hellène ; bien au contraire, il semble nous montrer en elle, à la fois, l'enseignement commun des Écoles pythagoriciennes au sujet du temps et la synthèse de théories très diverses. « L'enseignement des anciens, dit-il [3], s'accorde avec la définition donnée par Archytas ; les uns, en effet, comme l'indique le mot même de temps, définissaient le temps comme une certaine évolution que l'Ame du Monde exécute autour de l'Intelligence ; d'autres le rattachaient aux mouvements périodiques de l'Ame et de sa propre Intelligence ; d'autres encore

1. Théon de Smyrne, philosophe platonicien, *Exposition des connaissances mathématiques utiles pour la lecture de Platon, traduite pour la première fois du grec en français par* J. Dupuis. *Epilogue : Le nombre de Platon* (*Mémoire définitif*). Paris, 1892, pp. 365-400.

2. Platon, *Phèdre*, 248.

3. Simplicii *In categorias commentaria, loc. cit.*, éd. cit., p. 351 ; *In physicorum libros commentaria, loc. cit.*, éd. cit., p. 786.

aux révolutions circulaires et périodiques des astres. La formule pythagoricienne réunit ensemble toutes ces définitions ; ce qui est, en effet, l'intervalle général de la Nature universelle comprend en soi, d'une manière générale, toutes les natures ; il s'étend à toutes sans aucune exception. »

Lors donc que Timée appelait l'attention de ses auditeurs sur cette Année parfaite que l'on devait nommer plus tard la *Grande Année platonicienne*, il ne faisait que réveiller en leurs esprits une pensée depuis longtemps familière aux Hellènes. Sans doute, il ne les étonnait pas davantage lorsqu'il leur parlait [1] des alternatives d'embrasement et d'inondation par lesquels le Monde avait passé ; et lorsqu'il leur disait, sans préciser, que ces cataclysmes étaient séparés par de grands intervalles de temps (διὰ μακρῶν χρόνων), ceux qui l'écoutaient savaient comment la Grande Année servait à mesurer ces intervalles ; ils reconnaissaient une allusion à l'un des dogmes essentiels des philosophies antiques.

XI

LA POSITION ET L'IMMOBILITÉ DE LA TERRE

Après qu'il a décrit à Socrate le mouvement diurne, commun à l'Univers entier, et les mouvements divers des astres errants, Timée poursuit en ces termes [2] :

« Dieu, enfin, a fabriqué la Terre, notre nourrice ; elle est enroulée autour de l'axe qui traverse l'Univers de part en part ; elle est la gardienne et la productrice du jour et de la nuit ; parmi les dieux qui sont sous le ciel, elle est le plus ancien. »

Comment faut-il entendre ces mots : « La Terre est enroulée autour de l'axe qui traverse l'Univers de part en part ; elle est la gardienne et la productrice du jour et de la nuit ? — Γῆν δὲ..... εἱλλομένην περὶ τὸν διὰ παντὸς πόλον τεταμένον, φύλακα καὶ δημιουργὸν νυκτός τε καὶ ἡμέρας ἐμηχανήσατο ».

Cette phrase, Aristote semble l'avoir comprise en ce sens que la Terre, placée au centre de l'Univers, tourne d'un mouvement diurne autour de l'axe du Monde : « Certains, dit-il [3], prétendent

1. PLATON, *Timée*, 22 (PLATONIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 200).
2. PLATON, *Timée*, 40, éd. cit., p. 211.
3. ARISTOTE, *De Cœlo* lib. II, cap. XIII (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 404 ; éd. Bekker, vol. II, p. 293, col. b).

qu'elle est placée au centre et qu'elle tourne autour d'un axe qui traverse l'Univers de part en part, ainsi qu'il est écrit dans le *Timée*. — "Ενιοι δὲ καὶ κειμένην ἐπὶ τοῦ κέντρου φασὶν αὐτὴν ἴλλεσθαι περὶ τὸν διὰ παντὸς τεταμένον πόλον, ὥσπερ ἐν τῷ Τιμαίῳ γέγραπται ». Le contexte ne laisse aucun doute sur la traduction que cette phrase doit recevoir. Au chapitre suivant, d'ailleurs, Aristote précise [1] le sens de cette phrase ; il la répète en ajoutant le mot κινεῖσθαι au mot ἴλλεσθαι : « Οἱ δ' ἐπὶ τοῦ μέσου θέντες ἴλλεσθαι καὶ κινεῖσθαί φασι περὶ τὸν πόλον μέσον ».

Cette interprétation, donnée par le plus illustre des disciples de Platon, et qui en fut l'ami, se présente revêtue d'une extraordinaire autorité. Dans l'Antiquité, elle fut certainement adoptée par un grand nombre de philosophes ; après avoir rappelé comment Hicétas de Syracuse expliquait le mouvement des étoiles par une rotation de la Terre, Cicéron ajoute [2] : « Certains pensent que Platon, dans le *Timée*, soutient la même opinion, mais d'une manière plus obscure ».

Ces derniers mots nous apprennent que l'interprétation donnée par Aristote aux paroles de Platon n'obtenait pas une adhésion unanime ; parfois elle rencontrait le doute ou se heurtait à la négation. Et en effet, il était impossible d'admettre cette interprétation sans soulever des difficultés malaisées à résoudre.

Tout d'abord, l'œuvre de Platon fournissait plus d'un argument contre l'attribution du mouvement diurne à la Terre ; en plusieurs passages du *Timée*, ce mouvement était formellement attribué à la sphère des étoiles fixes ; il était non moins nettement donné, au X[e] livre de la *République*, à la gaîne extérieure du fuseau de la Nécessité [3]. Enfin, nous entendrons Socrate, dans le *Phédon*, affirmer l'immobilité de la Terre et en donner la raison.

D'autre part, l'interprétation d'Aristote ressemblait fort à un contre-sens ; que l'on donne à la Terre l'épithète εἱλλομένη, écrite avec la diphtongue εἱ, comme le porte le texte de Platon, ou bien encore qu'on la qualifie d'ἱλλομένη, en mettant seulement un ἱ, comme le fait Aristote, il ne semble pas qu'on puisse lui attribuer, par là, un mouvement de rotation sur elle-même. A l'aide de textes empruntés au poëte Apollonius, à Homère et au *Phédon*,

1. Aristote, *De Cœlo* lib. II, cap. XIV (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t II, p. 407 ; éd. Bekker, vol. II, p. 296, col. a).
2. M. Tullii Ciceronis *Quæstiones Academicæ priores*, II, 39.
3. Certains auteurs ont tenté de prouver, à l'aide du mythe d'Er, que Platon était partisan de la rotation de la Terre ; Bœckh a opposé à ces tentatives une réfutation qui ne laisse rien à désirer [(August Bœckh, *Platon's Timaeos enthält nicht die Achsendrehung der Erde* (Bœckh's *Gesammelte kleine Schriften*, Bd. III, pp. 294-320)].

Simplicius démontre [1] que ἰλλόμενη signifie *enroulée, entourée de liens* (δεδεσμημένη) ; l'autorité d'Eschyle lui sert à prouver que εἰλλόμενη a le même sens.

Cette double difficulté n'était pas sans jeter dans un grand embarras ceux-là même qui voulaient suivre l'opinion d'Aristote. Tel était le cas d'Alexandre d'Aphrodisias.

Le commentaire qu'Alexandre avait composé sur le *De Cælo* d'Aristote est aujourd'hui perdu ; mais les citations de Simplicius nous en ont conservé de très nombreux fragments, entre autres celui-ci [2] :

« Aristote prétend qu'il est dit ainsi dans le *Timée* [que la terre tourne] ; d'autre part, le mot ἰλλόμενη signifie être contraint par force (βιάζεσθαι) ; Aristote fait donc comme ceux qui prennent un passage dit dans un autre sens et qui en transportent métaphoriquement les paroles dans le sens de leurs propres suppositions ; ce mot ἰλλόμενη, en effet, ils le transforment en στρεφομένη, et ce dernier mot désigne le mouvement. Mais lorsqu'Aristote affirme qu'il est dit ainsi [au *Timée*], il n'est pas raisonnable de le contredire ; étant ce qu'il est, il est invraisemblable qu'il ait méconnu soit le sens de la locution, soit la pensée de Platon. Si, en d'autres endroits, Platon parle autrement », ajoute Alexandre, frappé de ce que le *Phédon* marque avec évidence [3], « cela importe peu au discours que tient Aristote. Celui-ci, en effet, réfute ce qui est dit au *Timée*, soit que Platon, en parlant ainsi, ait suivi son propre sentiment, soit qu'il ait entendu donner ce qu'il disait comme une opinion de Timée ».

Attribuer à la fois au Stagirite deux contre-sens, un contre-sens grammatical dans l'emploi d'un mot de la langue grecque, et un contre-sens philosophique en l'intelligence de la pensée de Platon, c'est assurément trop. Il semble (et Simplicius paraît indiquer cette solution, encore que d'une manière un peu confuse) que l'on puisse fort bien ne pas mettre cette double erreur au compte du grand philosophe mais au compte de ceux dont il rapporte l'opinion ; il suffit, pour cela, de lire ainsi la phrase du *De Cælo* : Cer-

1. Simplicii *In Aristotelis libros de Cælo commentarii ;* in lib. I, cap. XIII ; éd. Karsten, p. 231, col. b ; éd. Heiberg, p. 517.

2. Simplicii *In Aristotelis libros de Cælo commentarii,* in lib. II, cap. XIII ; éd. Karsten, p. 231, col. b ; éd. Heiberg, p. 518.

Ce fragment est formé de deux citations distinctes de Simplicius : nous avons soudé ces deux citations entr'elles suivant une indication de Bœckh (A. Bœckh, *De Platonico systemate caelestium globorum et de vera indole astronomiae Philolaicae,* Heidelberg, 1810 ; A. Bœckh's *Gesammelte kleine Schriften,* Bd III, p. 271).

3. Ces mots sont de Simplicius.

tains disent que « la Terre se trouve au milieu du Monde et tourne autour d'un axe qui traverse l'Univers de part en part, ainsi qu'il est écrit dans le *Timée.* » Ce sont les partisans de la rotation de la Terre, et non pas Aristote, qui faussent le sens du mot et forcent la pensée pour se couvrir de l'autorité de Platon.

Il est donc vraisemblable qu'Aristote n'a jamais attribué à Platon l'hypothèse du mouvement diurne de la Terre, hypothèse qu'excluait toute l'astronomie du *Timée*, que démentait formellement l'enseignement d'autres dialogues.

Au *Phédon*, Socrate se propose de transmettre à Symmias ce qui lui a été enseigné à lui-même de la grandeur et des propriétés de la Terre. « En premier lieu, lui dit-il [1], on m'a enseigné qu'elle était ronde et se tenait au milieu du Ciel ; pour ne pas tomber, elle n'a besoin ni de l'air qui se trouve au-dessous d'elle ni d'aucune autre base semblable ; pour la soutenir, deux choses suffisent : la disposition exactement semblable que le Ciel offre de tous côtés, et l'égalité de poids en tout sens de la Terre elle-même (τὴν ὁμοιότητα τοῦ οὐρανοῦ αὐτοῦ ἑαυτῷ πάντῃ, καὶ τῆς γῆς αὐτῆς τὴν ἰσοῤῥοπίαν). Si une chose, en effet, a même poids en tout sens et si elle se trouve placée au centre d'une autre chose semblable [de tous côtés], elle n'aura rien de plus ni rien de moins qui la puisse incliner d'aucune manière ; se comportant donc semblablement dans toutes les directions, elle demeurera sans inclinaison (ἀκλινές). »

En langage moderne, nous pouvons dire que la Terre demeure suspendue et immobile au milieu du Ciel *par raison de symétrie*.

Ce principe d'équilibre se trouve également formulé au *Timée* [2] : « Si un corps solide, de même force dans toutes les directions (ἰσοπαλές), se trouvait au centre de l'Univers, jamais il ne serait entraîné vers aucune des extrémités, à cause de la parfaite similitude de leur disposition ».

Platon, d'ailleurs, n'était pas l'inventeur de cette explication du repos de la Terre ; Aristote écrit en effet [3] :

« Certains prétendent que la Terre demeure immobile par raison de similitude (διὰ τὴν ὁμοιότητα) ; tel était, parmi les anciens philosophes, Anaximandre. Certainement, en effet, une chose ne pourra jamais être entraînée davantage vers le haut ou

1. Platon, *Phédon*, LVIII (Platonis *Opera*, éd. Ambroise Firmin-Didot, Paris, 1856 ; t. I, p. 85).
2. Platon, *Timée*, 62-63 ; éd. cit., p. 227.
3. Aristote, *De Cœlo* lib. II, cap. XIII (Aristotelis *Opera*, éd. Ambroise Firmin-Didot, t. II, p. 406 ; éd. Bekker, p. 295, col. b).

vers le bas ou de côté, si elle est établie au centre et si elle se comporte d'une manière semblable [en tous sens] par rapport aux extrémités ; car il est impossible que cette chose soit mue simultanément en deux directions opposées ; il est donc nécessaire qu'elle demeure en repos [1]. »

XII

LE FEU PYTHAGORICIEN ET L'AME DU MONDE PLATONICIENNE

De cette raison de symétrie, empruntée par Platon à Anaximandre, il ne faudrait pas, d'ailleurs, que l'on exagérât la portée ; valable pour prouver que la Terre, placée au centre de l'Univers sphérique, ne tend pas à quitter ce centre pour se porter vers la circonférence, elle n'a rien qui s'oppose à une rotation sur place autour de ce centre ; à regarder donc les choses de près, contre ceux qui attribuent à Platon l'hypothèse du mouvement diurne de la Terre, l'argumentation que soutient le texte du *Phédon* ne dresse pas cette évidence, ce δηλονότι qu'y voyait Simplicius.

Pour ne pas ranger Platon au nombre des partisans de cette hypothèse, nous ne pouvons invoquer qu'une seule raison vraiment convaincante ; c'est l'enseignement qu'il donne, ouvertement au *Timée* et sous forme allégorique en la *République*, au sujet des mouvements de la sphère des étoiles fixes et des orbes planétaires.

Si cette preuve nous eût fait défaut, nous eussions pu voir sans étonnement Platon se ranger auprès d'Hicétas et d'Ecphantus, auprès des Pythagoriciens postérieurs à Philolaüs qui plaçaient la Terre au centre du Monde et la faisaient tourner autour de ce centre. Ses enseignements, en effet, offrent avec les leurs plus d'une analogie.

Simplicius et un scholiaste anonyme d'Aristote nous ont dit quelles étaient les doctrines de ces Néo-pythagoriciens [2] ; ils nous

1. La question qui a pour objet de savoir si Platon admettait la rotation de la Terre a été vivement débattue chez les modernes. Cette discussion à laquelle ont pris part Ideler, Bœckh, Gruppe, Hocheder, Susemihl, Georg Grote, Victor Cousin, Th.-H. Martin, G Schiaparelli, a ajouté fort peu de choses à ce qu'avaient dit Alexandre d'Aphrodisias et Simplicius. On en trouvera un résumé dans August Heller, *Geschichte der Physik von Aristoteles bis auf die neueste Zeit*, Bd. I, pp. 32-39, Leipzig, 1882, et dans Sir Thomas Heath, *Aristarchus of Samos*, pp. 174-181.

2. Voir Chapitre I, § IV, pp. 26-27.

ont appris comment ils plaçaient le feu au centre commun de l'Univers et de la Terre ; comment, de là, ce feu communiquait non seulement la chaleur, mais la vie (ζωοποιοῦν) à la Terre entière, comment il exerçait sa puissance organisatrice (δημιουργικὴ δύναμις); et, sans doute, comme dans la synthèse de Philolaüs, c'est ce feu central qui, pour eux, meut en cercle tous les astres.

Ce pouvoir de création et d'organisation, cette influence vivifiante, cette force motrice, Platon ne les attribue plus au feu central ; il en fait l'apanage de l'Ame du Monde (ψυχή).

« Le Monde, en effet [1], a été en vérité engendré par la Providence divine sous forme d'un être vivant doué d'âme et d'intelligence (ζῷον ἔμψυχον ἔννουν). »

En ce point, d'ailleurs, comme en beaucoup d'autres, il se contentait sans doute de suivre l'exemple des Pythagoriciens les plus jeunes. Simplicius nous a enseigné [2] qu'Archytas de Tarente admettait déjà une Ame du Monde dont le mouvement interne engendrait et réglait le mouvement universel de la Nature et, par là, tous les mouvements particuliers.

Or, cette Ame, à laquelle il confie toutes les fonctions que les Pythagoriciens attribuaient au feu, Platon la dispose dans le Monde comme les successeurs de Philolaüs distribuaient le feu. « Dieu a mis l'Ame au milieu du Monde [3] ; de là, il l'a étendue dans l'Univers entier et, en outre, il l'a placée hors du corps du Monde, alentour de ce corps. »

Après avoir suivi de près, en sa description de l'Ame du Monde, les doctrines des Pythagoriciens postérieurs à Philolaüs, faut-il croire que Platon ait poussé plus loin et qu'il ait été tenté de se rapprocher des idées mêmes de Philolaüs ? Nous le devons admettre si nous voulons nous fier au témoignage de Plutarque ; et ce témoignage paraît ici d'autant plus digne de foi qu'il invoque la très grande autorité de Théophraste.

Plutarque nous dit en effet, en ses *Questions platoniques* [4] : « Théophraste raconte que Platon, parvenu à la vieillesse, s'était repenti d'avoir attribué à la Terre la place centrale de l'Univers qui n'était pas pour elle la place convenable ».

1. PLATON, *Timée*, 30 ; éd cit., p. 205.
2. Voir p. 81.
3. PLATON, *Timée*, 34 ; éd. cit , p. 207. Cette analogie entre le feu central des Néo-pythagoriciens et l'Ame du Monde enseignée par Platon a, depuis longtemps, été mise en évidence par Bœckh (A. BŒCKH, *De Platonico systemate caelestium globorum et de vera indole astronomiae Philolaicae;* Heidelberg, 1810 — AUGUST BŒCKHS *Gesammelte kleine Schriften*, Bd. III, p. 287.)
4. PLUTARQUE, *Platonicæ quæstiones*, VIII.

Plutarque s'exprime [1] d'une manière plus explicite encore en sa *Vie de Numa* : « Les Pythagoriciens, croyaient que le feu se trouvait au centre de l'Univers ; ils le nommaient le *foyer* (ἑστία) et l'*unité* (μονάς) ; ils ne supposaient pas que la Terre fût immobile ni qu'elle fût placée au centre de la circonférence [du Monde] ; ils la faisaient tourner en cercle autour du feu, ne voulant pas lui attribuer le lieu qui est, dans le Monde, le plus antique et le plus honorable. Platon, devenu vieux, disait qu'il professait, au sujet de la Terre, une opinion semblable, et qu'il la plaçait en un lieu autre [que le centre], afin de réserver la position la plus centrale et la plus digne du maître (κυριώτατην) à un autre être plus puissant (ἑτέρῳ τινὶ κρείττονι) ».

Cet être doué de puissance, ce maître que Platon regrettait, en sa vieillesse, de n'avoir pas mis au centre du Monde, comme Philolaüs y mettait le feu, c'est, à n'en pas douter, l'Âme du Monde.

XIII

L'OBJET DE L'ASTRONOMIE SELON PLATON

Cette modification profonde qu'en sa vieillesse, Platon souhaitait d'apporter à son enseignement astronomique, il ne l'a jamais réalisée ; vainement en a-t-on cherché la trace dans ses derniers dialogues ; les rares passages où l'on avait cru la découvrir [2] ne la laissent plus apercevoir lorsqu'on les interprète correctement. Si donc Platon, à la fin de sa vie, a conçu des opinions voisines de celles de Philolaüs, cette évolution de sa pensée n'a pu exercer d'influence appréciable sur le développement des hypothèses astronomiques.

Il en est tout autrement des idées qu'il aimait à exposer touchant l'objet propre que doit se proposer l'étude de l'Astronomie ; guidé, semble-t-il, par des principes qui venaient de Pythagore, l'enseignement de Platon sur cette question paraît avoir exercé une profonde et durable influence ; il paraît avoir grandement incité les successeurs de ce philosophe au perfectionnement des doctrines astronomiques.

A trois reprises, dans *la République*, dans *les Lois*, en *l'Epino-*

1. PLUTARQUE, *Vie de Numa*, ch. XI.
2. Une telle opinion est soutenue dans les écrits suivants : GRUPPE, *Die kosmischen Systeme der Griechen*, pp. 158 sqq. ; Berlin, 1851. G. SCHIAPARELLI, *I precursori di Copernico nell' Antichità*, *loc. cit.*, pp. 399-403.

mide, Platon montre comment l'Astronomie doit être étudiée et enseignée si l'on veut que cette étude et cet enseignement soient utiles à la Cité. De ces trois textes, il convient de commenter ici la pensée.

Commençons par celui qui se lit au second livre de la *République*.

Socrate converse avec Glaucon ; ils passent en revue les diverses sciences, et Socrate montre à son interlocuteur quelles sont celles qu'il convient d'étudier et comment il convient de les étudier. Écoutons-les, tout d'abord parler de la Géométrie [1] :

Convient-il d'enseigner la Géométrie aux jeunes gens ? Assurément, dit Glaucon, car la Géométrie est fort utile à celui qui veut connaître la Stratégie. Mais, à cet objet tout pratique, observe Socrate, suffisent de bien minces notions d'Arithmétique et de Géométrie ; ce n'est pas pour un tel but que le Père de la Philosophie songerait à faire apprendre aux jeunes gens les doctrines élevées de la Science des nombres et des figures. « Il nous faut examiner si la plus grande partie de cette Science, celle qui s'avance le plus loin, est propre à rendre plus aisée la contemplation de l'Idée du Bien. Or, à notre avis, sont propres à cet objet toutes les études qui contraignent l'âme de se tourner vers le lieu où réside ce qu'en l'être, il y a de plus heureux, ce que, de toute manière, l'âme a besoin de connaître..... Si donc la Géométrie nous force à contempler l'essence [éternelle], il convient de l'étudier ; si elle nous conduit à considérer ce qui s'engendre et passe, il ne convient pas de s'y adonner..... Partant, il faut s'adonner à cette science en vue de connaître ce qui est éternel (τοῦ ἀεὶ ὄντος) et non pas en vue de connaître ce qui est engendré aujourd'hui et périra demain (τοῦ ποτέ τι γιγνομένου καὶ ἀπολλυμένου) ». — « Je l'accorde bien volontiers », dit Glaucon, « car la Géométrie est la connaissance de ce qui est éternel (τοῦ ἀεὶ ὄντος ἡ γεωμετρικὴ γνῶσις ἐστιν) ». — « Elle entraînera donc l'âme vers la vérité », reprend Socrate, « elle produira une connaissance digne du philosophe, en le forçant à tenir élevées les pensées que nous laissons, contrairement à ce qu'il faut, dirigées vers le bas. »

Ainsi l'objet de la Géométrie, c'est, en nous contraignant de méditer les propriétés immuables des figures, de préparer nos âmes à la contemplation du souverain Bien. Entre la perception sensible capable seulement des choses qui naissent et qui meurent, des choses soumises au perpétuel changement, et la contem-

1. Platon, *La République*, livre VII, 526-527 (Platonis *Opera*. Ex recensione Schneideri ; Parisiis, A.-Firmin Didot, 1846 ; vol. II, pp. 132-133).

plation intellectuelle (νόησις) qui voit les espèces éternelles, la Géométrie est, Platon nous l'a dit au *Timée* [1], une sorte de raisonnement bâtard (λογισμός νόθος), né de l'union de ces deux modes de connaissance, inférieur en perfection au dernier, mais incomparablement supérieur au premier. Nous l'avons vu à l'œuvre, ce raisonnement intermédiaire, quand sous les propriétés sensibles des éléments que de perpétuelles transmutations changent les uns en les autres, auxquels on n'oserait même pas attribuer un nom qui impliquât l'idée de substance, il nous a découvert les figures immuables des polyèdres réguliers. Lorsque le futur citoyen s'adonne à ce mode de raisonnement, il ne doit pas le ravaler vers la connaissance sensible des choses qui passent, mais y rechercher constamment la discipline qui rendra son âme capable de contempler les choses éternelles.

« Et après l'étude de la Géométrie, ne placerons-nous pas celle de l'Astronomie [2] ? Qu'en penses-tu, Glaucon ? » — « Je le pense ; car la connaissance exacte des saisons de l'année, des mois, des années n'est pas seulement utile à l'agriculture et à la navigation ; elle convient encore aux fonctions de celui qui gouverne. » Si Glaucon, pour cette réponse, a escompté l'acquiescement de Socrate, c'est qu'il a fort mal pénétré l'intention de son maître. Celui-ci n'a que mépris pour l'objet utilitaire et pratique que son disciple assigne à la Science astronomique. « Je te trouve bon », dit-il à Glaucon ; « tu m'as tout l'air de craindre que le vulgaire ne te soupçonne d'imposer des études inutiles. » Glaucon pourra bien proclamer que l'Astronomie dirige la contemplation de l'âme vers les choses d'en haut ; Socrate ne l'accordera pas de l'Astronomie ainsi comprise. « Je ne puis admettre qu'une étude dirige l'âme en haut, à moins qu'elle n'ait pour objet ce qui est et ne peut pas être vu. Qu'un homme regarde en l'air avec les yeux grands ouverts ou qu'il regarde la terre les yeux baissés, si l'objet de son étude est quelque chose qui tombe sous les sens, je ne dirai pas qu'il apprend, car il n'y a pas de vraie science (ἐπιστήμη) de ces choses-là, et je ne dirai pas que son âme regarde en haut ; je penserai qu'elle regarde en bas, et cela lors même que cet homme serait couché sur le dos par terre ou qu'il ferait la planche en pleine mer. »

Quelle sera donc cette Astronomie propre à diriger notre âme vers le haut, à lui faire contempler non ce qui se voit, mais ce qui est et ne peut se voir ? Socrate, lorsqu'il en parle, songe à la mémorable découverte que Pythagore a faite [3] touchant le mou-

1. *Vide supra*, § III, p. 37.
2. Platon, *La République*, 527-530 ; éd. cit., pp. 133-135.
3. V. Chapitre I, § II, p. 9.

vement du Soleil. Ce que la vue perçoit, en ce mouvement, c'est une trajectoire compliquée ; l'arc de cette trajectoire, très peu différent d'un arc de cercle, change chaque jour, de manière à former une spirale qui, d'un tropique à l'autre, s'enroule sur la sphère céleste ; ce que la vue a reconnu ainsi est vrai, assurément, mais d'une vérité inférieure, accessible à la connaissance qui vient par les sens. La Géométrie va bien au delà ; son raisonnement découvre ce que la vue n'aurait pu reconnaître ; débrouillant l'enroulement compliqué de la spirale où la seule observation voyait la trajectoire du Soleil, elle y reconnaît le résultat de la composition de deux rotations uniformes ; en saisissant cette loi simple, elle atteint une vérité d'un autre ordre que celle dont les yeux avaient eu la perception, une vérité qui est seule digne de ce nom. C'est ce que Socrate va déclarer à Glaucon :

« Ces mouvements compliqués et variés (ποικίλματα) qui se produisent dans le Ciel, en tant que leur complexité est dans le domaine des choses visibles, se comportent comme les plus belles et les plus exactes de ces choses ; mais ils sont de beaucoup inférieurs aux mouvements véritables ; ces mouvements véritables sont mus les uns à l'égard des autres et meuvent les corps qu'ils entraînent avec une vitesse réelle ou une lenteur réelle, mesurée par un nombre vrai, et selon des figures qui sont toutes véritables ; ces mouvements véritables, le raisonnement et l'intelligence (λόγος καὶ διάνοια) peuvent les saisir, mais la vue ne le peut. Comprends-tu ? » — « Pas du tout », répond l'excellent Glaucon.

Socrate, alors, pour mieux éclairer sa pensée, recourt à une comparaison :

« Supposons que les yeux d'un homme viennent à rencontrer des figures d'un contour très compliqué, qu'un Dédale ou quelque autre ingénieur aurait tracées au moyen de gabarits dessinés et combinés. Si l'homme qui voit ces figures est expérimenté en Géométrie, il jugerait qu'elles sont d'une fort habile composition ; mais il trouverait plaisant celui qui considérerait ces entrelacs avec grande attention, espérant y saisir quelque relation exacte d'égalité, de proportion double ou de tout autre rapport commensurable (συμμετρία)..... Celui qui est réellement astronome ne traitera-t-il pas de même celui qui se contente de regarder avec les yeux les mouvements des astres ? »

Le peu subtil Glaucon a-t-il compris, maintenant la pensée de Socrate ? Cette pensée, en tous cas, nous est désormais manifeste. La véritable Astronomie est celle qui, à l'aide du raisonnement géométrique, découvre les combinaisons cinématiques simples dont

le Δημιουργός suprême a usé pour produire les entrelacs compliqués des mouvements astronomiques visibles. Ces mouvements composants méritent seuls d'être appelés réels et vrais.

Les durées de ces mouvements réels, les dimensions des trajectoires qu'ils décrivent, pourront être mesurées en nombres précis ; entre ces nombres exacts, on pourra découvrir des relations immuables s'exprimant par la valeur commensurable (συμμετρία) de certains rapports ; ce serait folie de rechercher, dans les données de l'Astronomie d'observation, la même exactitude, la même permanence, les mêmes rapports commensurables simples.

L'astronome du réel (τῷ ὄντι ἀστρονομικός) aura certainement cette pensée : « De même que ces très beaux travaux [de dessins entrelacés] ont été combinés [par un ingénieur], de même l'Ingénieur du Ciel a composé le Ciel même et tout ce qu'il renferme. Mais ne crois-tu pas, Glaucon, qu'il regardera comme un insensé celui qui cherche à mesurer les rapports de la nuit au jour, du jour et de la nuit au mois, du mois à l'année, des [durées de révolution des] autres astres à ces durées-là ou de ces durées de révolution entre elles ? Celui qui s'imagine que toutes ces révolutions se produisent toujours de même, qu'elles n'éprouvent jamais, ni d'aucune façon, aucune variation ni dans un sens ni dans l'autre, alors que les astres ont des corps et sont visibles ? Celui qui s'efforce de toutes manières de saisir la vérité en ces choses accessibles aux sens ? »

Voilà donc que la distinction entre l'Astronomie d'observation et l'Astronomie véritable est marquée avec une entière clarté. Mais cette Astronomie véritable ne doit pas être étudiée pour elle-même ; elle n'est qu'un moyen de rendre plus aisée à notre âme la contemplation de l'Idée du Bien ; comme va-t-elle tendre à ce but ? Les *Lois* et l'*Épinomide* nous le montreront.

Nous avons vu [1], en l'*Épinomide*, que deux sortes d'êtres vivants accessibles aux sens avaient été créés par l'Ame du Monde ; les uns sont les plantes, les animaux et l'homme qui se trouvent sur terre et sont en majeure partie formés de terre ; les autres sont les astres qui se meuvent dans le domaine du feu et sont presque exclusivement formés de feu.

« Ce qui est terrestre [2] se meut sans ordre fixe (ἐν ἀταξίᾳ) tandis que les êtres formés de feu sont mus en un ordre immuable (ἐν τάξει).

» Or ce qui se meut sans ordre fixe, nous devons le regarder

1. Voir § V, p. 47.
2. Platon, *Épinomide,* 982 (Platonis *Opera,* éd. cit., p. 508).

comme manquant d'intelligence (ἄφρον) ; c'est ce qui a lieu la plupart du temps pour ce qui vit autour de nous ; au contraire, nous devons très fortement conjecturer que ce qui se meut en ordre au sein du Ciel est pourvu d'intelligence (φρόνιμον) ; le fait que ces êtres se meuvent toujours de la même manière, qu'ils font toujours les mêmes choses, qu'ils souffrent toujours les mêmes passions pourrait être invoqué comme une présomption suffisante de leur vie douée d'intelligence..... Que les astres aient un esprit pensant (νοῦς), les hommes en devaient trouver la preuve dans l'ensemble des mouvements célestes ; car cet ensemble de mouvements se produit toujours de même, en vertu d'une loi voulue autrefois, une fois pour toutes, et cela depuis un temps dont la durée nous étonne ; il ne va pas par caprice, tantôt vers le haut, tantôt vers le bas, produisant ici certains effets et là d'autres effets, suivant une marche errante et sans orbite fixe.

» La plupart de nos contemporains ont une opinion directement contraire à celle que nous venons de produire ; les êtres qui font toujours les mêmes choses et de la même manière, ils les croient sans âme. » Ils veulent que l'intelligence se trouve là où ils constatent le caprice et le mouvement désordonné ; la fixité des lois leur semble l'effet d'une aveugle nécessité. C'est un préjugé. « La nécessité qui procède d'une âme pourvue d'intelligence est, de beaucoup, la plus puissante de toutes les nécessités ; elle est le maître qui porte la loi, non le sujet qui la reçoit d'autrui (ἄρχουσα γὰρ, ἀλλ' οὐκ ἀρχομένη, νομοθετεῖ). »

Les astres sont donc des êtres animés et doués de raison ; la preuve de cette vérité se trouve en l'absolue fixité de leur cours. Mais cette preuve ne vaut que pour celui qui, sous le caprice apparent des mouvements célestes, a découvert ces lois immuables ; elle suppose la connaissance de la véritable Astronomie. Celui qui s'en tient à l'Astronomie des yeux, sans recourir à celle du géomètre, ne voit dans le cours des astres que complication et variabilité incessante. Écoutons ce qu'en dit l'Hôte athénien, au dialogue des *Lois*[1] : « Nous prétendons que le Soleil et la Lune ne reprennent jamais le même chemin ; il en est de même de certaines autres étoiles que nous appelons errantes. » — « Par Jupiter, mon hôte, vous dites vrai ; au cours de ma vie, j'ai souvent observé soit l'étoile du soir, soit l'étoile du matin, soit d'autres étoiles, et j'ai constaté qu'elles ne reprenaient jamais deux fois le même chemin, qu'elles erraient de toutes sortes de façons ; j'ai vu

1. PLATON, *Les Lois*, livre VII, 821 (PLATONIS *Opera*, éd. cit., vol. II, p. 399).

le Soleil et la Lune faire de même ; et, d'ailleurs, nous en sommes tous d'accord. »

Voilà l'erreur que la véritable Astronomie doit dissiper, afin que nous puissions reconnaître l'intelligence dont sont doués les corps célestes ; voilà l'erreur contre laquelle l'Hôte athénien met en garde [1] ses interlocuteurs Mégille et Clinias : « Ce qu'on pense ainsi du Soleil, de la Lune et des autres étoiles n'est pas, mes chers amis, une doctrine saine. Jamais ces astres n'errent ; leur cours est tout l'opposé d'une marche errante ; chacun d'eux parcourt sa voie propre ; il ne décrit pas des cercles multiples, mais bien un cercle unique ; c'est seulement en apparence qu'il décrit des cercles multiples ; celui de ces astres qui marche le plus vite, nous le regardons à tort comme le plus lent, et *vice versa* [2]. »

La régularité du mouvement des astres établie par la véritable Astronomie nous apprend [3] donc qu'à chaque étoile, à chaque planète, il faut attribuer une âme intelligente qui la meut avec cette fixité admirable. « Nier que les choses du Ciel soient formées de l'union d'un corps et d'une âme, ce serait grande folie et grande déraison. »

Nous aurons, d'ailleurs, une haute idée de la puissance de ces âmes astrales si nous songeons à la grandeur des corps qu'elles vivifient. « On peut très raisonnablement penser que le Soleil est plus grand que la Terre, et tous les astres qui se meuvent dans le Ciel sont certainement d'une grandeur extraordinaire. Cherchons donc de quelle manière une telle masse peut être mue en cercle, par nature, en un temps toujours égal à celui qu'elle emploie maintenant à parcourir son orbite. Je dis que cela doit avoir un dieu pour cause, et que d'aucune manière, cela ne saurait être produit autrement que par un dieu. »

Nous devons donc regarder les astres comme des êtres divins. « Il nous faut, en effet, à leur sujet, choisir entre ces deux affirmations : Ou bien nous devons très formellement déclarer qu'ils sont dieux ; ou bien nous devons les regarder comme des images et des statues des dieux, faites par les dieux eux-mêmes ».

1. Platon, *Les Lois*, livre VII, 822 ; éd. cit., p. 399.

2. En cette affirmation : Le plus rapide de ces astres, nous le regardons à tort comme le plus lent (τὸ δὲ τάχιστον αὐτῶν ὂν βραδύτατον ουκ ὀρθῶς αὖ δοξάζεται), Gruppe (*Die kosmischen Systeme der Griechen*, pp 158 sqq.) et G. Schiaparelli (*I precursori di Copernico nell' Antichità*, *loc. cit.*, pp. 399-403) ont voulu trouver la preuve que Platon croyait au mouvement de la Terre, le corps qui est réputé le plus lent ; mais il est évident que les corps visés en cette phrase et désignés par αὐτῶν sont uniquement ceux dont il a été question jusque-là dans la conversation de l'Hôte athénien, de Mégille et de Clinias, c'est-à-dire le Soleil, la Lune et les planètes.

3. Platon, *Épinomide*, 983 (éd. cit., p. 509).

Dieux ou images des dieux [1], animés et doués de raison, les astres sont dignes des honneurs divins, et il en est de même des génies invisibles qui vivent au sein de l'éther et des êtres vivants qui peuplent l'air. Tous ces dieux se rangent suivant une hiérarchie que leur origine même détermine. « Jupiter, Junon et les autres dieux, qu'on les range dans l'ordre qu'on voudra ; mais, ici, qu'on prescrive une loi, toujours la même, et qu'une règle invariable soit gardée ; que les dieux visibles soient tenus pour les plus grands, pour les plus dignes d'honneur, pour ceux dont la vue pénètre le plus profondément en toutes choses ; il nous faut donc déclarer que les premiers des dieux sont [les êtres qui possèdent] la nature des astres et toutes les choses sensibles qui ont été engendrées en même temps qu'eux ; avec ceux-là et après eux, viennent les génies [de nature éthérée] ; les êtres vivants de l'espèce aérienne » tiendront le troisième rang dans nos honneurs et nos prières.

Ainsi la Physique, en distinguant les diverses sortes d'éléments, nous révèle par là-même quelle hiérarchie est établie entre les êtres supérieurs qui peuplent ces éléments. Mais entre les dieux du premier ordre, entre ceux qui s'identifient avec les astres ou qui, tout au moins, ont les astres pour images, existe-t-il une hiérarchie et nous est-il donné de la connaître ?

Assurément, cette hiérarchie, c'est à l'Astronomie de nous la révéler. Mais n'allons pas en demander la connaissance à l'Astronomie d'observation, à celle qui ne perçoit que les apparences ; elle ne pourra que nous induire en une erreur injurieuse pour les dieux auxquels elle nous fera attribuer des rangs qui ne sont pas les leurs.

« La planète qui est la plus rapide de toutes, elle nous la fait à tort prendre pour la plus lente et *vice versa* [2]. Il arrive donc en procédant ainsi..... ce qui arriverait si, à Olympie, nous voyions lutter entre eux des coureurs à cheval ou des coureurs en char, et si, par une appréciation semblable, nous nommions le plus rapide celui qui a couru le moins vite et le plus lent celui qui a été le plus rapide ; si, après cela, nous composions un panégyrique, nous y célébrerions le vaincu à la place du vainqueur ; cela ne serait pas juste, et je pense que l'ordre qui leur serait attribué par notre panégyrique ne serait point agréable aux coureurs ; ceux-ci ne sont cependant que des hommes ; alors que nous commettons la même faute à l'égard des dieux, ne penserons-nous pas

1. Platon, *Épinomide*, 984 ; éd. cit., p. 510.
2. Platon, *Les Lois*, 822 ; éd. cit., pp. 399-400.

que ce qui eût été injuste et ridicule dans le cas dont nous venons de parler, l'est également dans ce cas-ci ?..... Assurément, il ne sera pas agréable aux dieux que nous leur adressions des hymnes où il est faussement parlé d'eux. »

Si donc nous voulons éviter d'attribuer aux dieux, par un jugement sacrilège, une fausse hiérarchie, il nous faut écouter les enseignements de l'Astronomie véritable.

Cette Astronomie véritable, qui connaît les vitesses réelles des astres, qui ne prend pas le plus lent d'entre eux pour le plus rapide ni le plus rapide pour le plus lent, que va-t-elle nous enseigner au sujet des esprits divins qui président à ces corps ?

« Sachez [1] qu'il existe dans le Ciel entier huit puissances qui sont les unes aux autres comme des sœurs nées des mêmes parents (Ἴστε ὀκτὼ δυνάμεις τῶν περὶ ὅλον οὐρανὸν γεγονυίας ἀδελφὰς ἀλλήλων)..... » L'une d'elles préside à l'ensemble des étoiles fixes, une autre au Soleil, une à la Lune ; les cinq puissances restantes sont attribuées aux cinq planètes. « Ces huit pouvoirs, ainsi que les astres qu'ils contiennent, soit que ces astres se meuvent d'eux-mêmes, soient qu'ils soient mus comme si des chars les portaient, gardons-nous bien tous de penser que certains d'entre eux sont dieux et que d'autres le sont moins, que certains d'entre eux sont légitimes ou sont telle ou telle chose [que les autres ne sont pas], car aucun de nous n'a le droit de porter un pareil jugement ; mais tout ce que nous dirons d'eux, disons-le de tous ; affirmons qu'ils sont frères et que toutes choses ont été fraternellement partagées entre eux. N'allons pas spécialement faire honneur à l'un d'eux de l'année, à l'autre du mois ; ne nous permettons pas d'assigner à chacun d'eux sa part, de lui fixer le temps dans lequel il devra parcourir entièrement le Ciel en tournant autour de son propre pôle ; ce temps, la raison la plus divine de toutes l'a déterminé et rendu observable.....

» Il nous reste à dire en quel nombre sont ces puissances et quelles elles sont..... Je répète qu'elles sont huit, parmi lesquelles les trois que j'ai citées, et cinq autres. Le quatrième mouvement, la quatrième révolution se fait sensiblement avec la même vitesse que celle du Soleil ; il n'est ni plus rapide ni plus lent ; il en est de même du cinquième ». Les choses se passent comme si, « toujours et en toutes choses, ces trois puissances obéissaient à un même chef doué d'une intelligence propre à ce rôle. » Ces troi puissances sont celles du Soleil, de Vénus et de Mercure.

1. PLATON, *Épinomide*, 986-987 ; éd. cit., pp. 511-512.

« Il existe encore trois autres mouvements qui marchent vers la droite [d'Occident en Orient] comme la Lune et le Soleil. Il faut dire, en outre, qu'il en existe un huitième, que certains désignent de préférence [aux autres mouvements] comme étant le Ciel supérieur ; celui-ci se meut en sens contraire de tous les autres ; il conduit les autres comme une troupe (ἄγων τοὺς ἄλλους), ainsi qu'il semble aux hommes qui connaissent peu ces choses [1]. Pour nous, il est nécessaire que nous parlions seulement des choses que nous connaissons suffisamment ; et, en effet, nous ne parlons que de celles-là ; car la sagesse réelle se manifeste en quelque manière à celui qui participe, ne fût-ce que dans une faible mesure, de la droite et divine Intelligence. »

Par cette participation, donc, à l'Intelligence divine, celui qui a étudié la véritable Astronomie, l'Astronomie géométrique, accède à la connaissance des esprits divins qui sont unis aux corps des astres. Il évite de les ranger suivant l'injuste et injurieuse hiérarchie que la seule connaissance acquise par les sens leur eût attribuée ; il se garde de répéter à l'égard du Soleil, de la Lune, d'autres dieux puissants, les mensonges que profère le vulgaire [2] lorsqu'il les accuse de suivre une marche errante. Ainsi, cette Astronomie géométrique est [3] « une belle science et véritable, utile à l'État et agréable aux dieux ». L'Astronomie géométrique aboutit à la Théologie.

Il semble que nous possédions maintenant, dans sa plénitude, la pensée de Platon touchant la Science astronomique.

Dans la connaissance il y a trois degrés.

Le degré inférieur est celui de la connaissance par les sens (αἴσθησις) ; elle perçoit ce qui naît et ce qui meurt, ce qui change et passe sans cesse ; elle ne saisit rien de permanent, rien qui soit toujours, partant rien qui mérite d'être appelé vrai.

1. G. Schiaparelli (*I Precursori di Copernico nell' Antichità*, pp. 400-401) pense que cette phrase : « ainsi qu'il semble aux hommes qui connaissent peu ces choses », porte sur tout ce que Platon vient de dire du huitième mouvement ; il y voit l'affirmation que ce huitième mouvement n'existe pas « pour les hommes qui connaissent ces choses », et, partant, la preuve que Platon, à la fin de sa vie, croyait à la rotation diurne de la Terre. Mais nous pensons que la comparaison avec ce qui précède donne à cette phrase un tout autre sens ; ce qui est le fait des hommes ignorants de la véritable Astronomie, ce n'est pas de croire au mouvement des étoiles fixes, mais de penser que ce mouvement « mène les autres ». Nous ne devons, à aucune des puissances célestes, attribuer la prééminence sur les autres ; elles sont toutes sœurs. Et, en effet, ceux qui, à la fin de la vie de Platon et au temps de Philippe d'Oponte, connaissaient la véritable Astronomie, c'étaient Eudoxe et ses élèves ; et, pour Eudoxe, nous le verrons au Chapitre suivant, le mouvement diurne de chacun des astres errants ne lui était nullement imprimé par la sphère des étoiles fixes ; il était produit par une sphère particulière à cet astre.

2. Platon, *Les Lois*, livre VII, 821 ; éd. cit., p. 399.

3. Platon, *ibid.*

Le degré suprême est celui de l'intelligence pure (νόησις) ; l'intelligence pure contemple les espèces éternelles et, par-dessus toutes les autres, l'espèce du souverain Bien.

Par l'union de l'intelligence pure et de la connaissance sensible se produit une sorte de raisonnement croisé et bâtard (λογισμός νόθος) qui occupe le degré intermédiaire ; la connaissance née de ce raisonnement, c'est la connaissance géométrique. Cette connaissance atteint des propositions qui sont précises et permanentes, partant qui sont vraies ; elle contemple des figures exactes, elle détermine des rapports fixes. En accoutumant l'esprit à la méditation des choses qui sont, et non pas à la vue des choses qui passent, elle le prépare à participer de la νόησις qui, seule, lui révélera les espèces éternelles.

A ces trois degrés de la connaissance correspondent trois degrés de la Science astronomique.

La perception sensible, l'αἴσθησις, engendre l'Astronomie d'observation. En suivant des yeux le cours des astres, celle ci leur voit suivre un chemin incessamment variable dont les entrelacs enchevêtrés ne sauraient donner à l'arithméticien aucun rapport commensurable, au géomètre aucune figure définie.

A l'Astronomie d'observation, qui n'est pas une Astronomie véritable, la Géométrie fait succéder une Astronomie capable de connaître des figures précises, des rapports invariables, partant des réalités ; à la marche errante que l'Astronomie d'observation attribuait aux planètes, l'Astronomie véritable substitue les mouvements simples et fixes, partant vrais, dont la composition produit ces apparences compliquées et variables, partant fausses.

Préparé par l'étude des réalités permanentes, le véritable astronome devient, en quelque mesure, participant de la Raison (Λόγος) divine ; il accède à la νόησις qui lui révèle une troisième et suprême Astronomie, l'Astronomie théologique ; dans la fixité des mouvements célestes, il voit une preuve de l'existence des esprits divins qui sont unis aux corps des astres ; les lois reconnues par l'Astronomie géométrique lui enseignent comment ces dieux veulent être honorés.

Voilà pourquoi le jeune homme doit étudier les théories les plus élevées de l'Arithmétique, de la Géométrie, de l'Astronomie ; en ruinant les préjugés de l'Astronomie d'observation, en leur substituant les lois exactes et éternelles du mouvement des astres, l'Astronomie véritable l'empêche de porter sur les dieux du Ciel des jugements faux et sacrilèges qui seraient néfastes à la cité.

CHAPITRE III

LES SPHÈRES HOMOCENTRIQUES

I

LE PROBLÈME ASTRONOMIQUE AU TEMPS DE PLATON

C'est un devoir d'étudier l'Astronomie des réalités, l'Astronomie géométrique ; seule, elle peut dissiper les erreurs nées de l'Astronomie d'observation, erreurs sacrilèges, puisqu'elles faussent le culte dû aux dieux ; seule, elle prépare nos âmes à la contemplation du Bien suprême en proposant à leurs méditations des vérités éternelles. Mais cette Astronomie géométrique, quelles règles doivent présider à sa construction ?

Ces règles, Platon ne les formule en aucun de ses Dialogues ; mais il est aisé de les deviner en observant comment le Philosophe procède pour obtenir les propositions qu'il donne comme vérités astronomiques éternelles.

L'Astronomie d'observation manifeste à nos yeux la trajectoire de chaque astre sous la figure d'une spirale compliquée ; à cette spirale, il faut substituer une composition de mouvements simples qui, seuls, seront considérés comme réels. Ces mouvements simples sont des rotations uniformes autour d'axes convenablement choisies. Ces rotations uniformes, les unes dirigées de l'Orient à l'Occident autour de l'axe du Monde, les autres de l'Occident à l'Orient autour d'un axe normal au plan de l'écliptique, sont les objets que Platon propose sans cesse à la méditation de ses disciples, en *la République*, au *Timée*, dans *les Lois*, dans *l'Épinomide*.

La règle, d'ailleurs, que Platon suivait sans la formuler en ses

Dialogues, il semble bien qu'il la déclarât avec précision dans son enseignement oral.

De cet enseignement oral, l'écho est venu jusqu'à nous par un chemin long et détourné ; mais, par un bonheur singulier, nous pouvons marquer chacune des réflexions qu'a subies la grande voix de Platon, sans qu'aucune de ces réflexions l'ait sensiblement altérée.

Eudoxe, l'astronome de génie dont nous aurons à parler tout à l'heure, avait recueilli les préceptes qu'en ses discours, Platon traçait à l'astronome ; ces préceptes, il les avait consignés dans ses écrits.

De ces écrits d'Eudoxe, la règle platonicienne avait été extraite par un disciple immédiat d'Aristote, Eudème ; celui-ci l'avait inscrite au second livre de son Ἀστρολογικὴ ἱστορία qui eut, durant l'Antiquité, une grande et légitime autorité.

Cette règle, Sosigène [1], philosophe et astronome qui fut le maître d'Alexandre d'Aphrodisias, et qu'il ne faut pas confondre avec celui qui dirigea la réforme Julienne du calendrier, Sosigène, disons-nous, l'avait copiée dans l'*Histoire astronomique* d'Eudème.

Simplicius, enfin, l'a empruntée à Sosigène et nous l'a transmise en l'insérant dans ses précieux commentaires au *De Cælo* d'Aristote.

Voici en quels termes se trouve consigné à deux reprises [2], au *Commentaire* de Simplicius, le précepte platonicien : « Platon admet en principe que les corps célestes se meuvent d'un mouvement circulaire, uniforme et constamment régulier [c'est-à-dire constamment de même sens] ; il pose alors aux mathématiciens ce problème :

» Quels sont les mouvements circulaires et parfaitement réguliers qu'il convient de prendre pour hypothèses, afin que l'on puisse sauver les apparences présentées par les astres errants ? Τίνων ὑποτεθέντων δι' ὁμαλῶν καὶ ἐγκυκλίων καὶ τεταγμένων κινήσεων δυνήσεται διασωθῆναι τὰ περὶ τοὺς πλανωμένους φαινόμενα ; »

Arrêtons-nous un instant à ce texte fondamental et, éclairés par ce que nous savons des doctrines de Platon touchant la théorie astronomique, essayons de fixer les pensées qu'il suggérait aux auditeurs du philosophe.

L'Astronomie d'observation nous montre que certains astres

1. Sur ce Sosigène, voir : Th.-H. Martin, *Questions connexes sur deux Sosigène, l'un astronome et l'autre péripatéticien, et sur deux péripatéticiens Alexandre, l'un d'Égée, et l'autre d'Aphrodisias* (*Annales de la Faculté des Lettres de Bordeaux*, Première année, 1879, t. I, p. 174).

2. Simplicii *In Aristotelis libros de Cœlo commentarii ;* in lib. II cap. XII ; éd. Karsten, p. 219, col. a, et p. 221 col. a ; éd. Heiberg, p. 488 et p. 493.

décrivent dans le ciel des trajectoires infiniment compliquées grâce auxquelles les ignorants ont donné à ces êtres divins l'épithète sacrilège d'astres errants.

Mais ces mouvements variables et complexes ne sont que des apparences (φαινόμενα) ; au-dessous de ces apparences sont des réalités permanentes qui en sont les fondements (ὑποθέσεις).

Ces réalités permanentes, nous ne pouvons les atteindre que par la méthode géométrique ; c'est donc au mathématicien que doit être posé le problème de découvrir les mouvements vrais ; et pour les reconnaître, ces mouvements vrais, le mathématicien dispose de deux caractères :

En premier lieu, chacun de ces mouvements doit être un mouvement circulaire, toujours de même sens et de vitesse invariable.

En second lieu, les mouvements réels d'un astre, composés ensemble, doivent reproduire le mouvement apparent donné par l'Astronomie d'observation ; ils doivent *sauver les apparences* (σώζειν τὰ φαινόμενα).

Ce problème que Platon propose, sous une forme si précise, aux recherches des mathématiciens, il n'en est assurément pas l'inventeur ; du jour où Pythagore a résolu la spirale compliquée que le Soleil décrit chaque année et l'a décomposée en deux mouvements circulaires et uniformes, l'un diurne et dirigé d'Orient en Occident autour de l'axe du Monde, l'autre annuel et marchant d'Occident en Orient suivant l'écliptique, dès ce jour, disons-nous, les astronomes ont dû se proposer de sauver de la même manière la marche de tous les astres errants, et peut-être Pythagore s'y était-il déjà essayé.

En tous cas, si nous en croyons Géminus, au sein de l'École pythagoricienne, à une époque qu'il ne précise pas, mais qui pouvait bien être celle-là même où vivait Platon, le problème de l'Astronomie théorique se posait exactement dans les mêmes termes qu'au sein de l'École platonicienne. Voici, en effet, ce que Géminus écrit dans son *Introduction aux Phénomènes d'Aratus* [1] :

« Dans toute l'Astronomie, on prend comme principe que le Soleil, la Lune et les cinq planètes se meuvent de mouvement circulaire et uniforme en sens contraire de la révolution diurne du Monde. Les Pythagoriciens qui, les premiers, ont entrepris ces sortes de recherches supposent circulaires et réguliers les mouvements du Soleil, de la Lune et des cinq planètes. Ils n'admettent pas que

1. Gemini *Isagoge in Phænomena Arati*, cap. I (Petavii *Uranalogia*, éd. 1630, p. 3).

ces corps divins puissent être le siège de désordres, tel celui par lequel tantôt ils courraient plus vite, tantôt ils marcheraient plus lentement, tantôt ils s'arrêteraient comme font les cinq planètes en ce qu'on nomme leurs *stations*. Personne, en effet, n'admettrait qu'un homme sensé et d'allure bien ordonnée pût cheminer d'une façon aussi irrégulière ; or, les nécessités de la vie sont, chez les hommes, des raisons qui les obligent à aller vite ou lentement ; mais aucune cause analogue ne se pourrait assigner en la nature incorruptible des astres. Aussi les Pythagoriciens proposent-ils cette question : Comment peut-on sauver les apparences par le moyen de mouvements circulaires et uniformes ? »

Réduire le mouvement de tout astre à n'être que la résultante d'un certain nombre de mouvements circulaires et uniformes, c'est le principe qui, jusqu'à Képler, dominera toute l'Astronomie ; ce principe était également admis, nous le voyons, par les Pythagoriciens et par Platon ; vraisemblablement, c'est aux Pythagoriciens, et peut-être même au chef de l'École, qu'il en faut faire honneur ; mais, dans l'enseignement de Platon, ce principe se précisait sans doute par deux restrictions et par une addition.

Ces mouvements circulaires dont la composition devait, pour chaque astre, *sauver les apparences*, Platon voulait qu'ils eussent tous même centre et que ce centre commun des circulations astrales fût le centre de la Terre. Peut-être devons-nous croire, sur le témoignage de Plutarque, qu'il se repentit à la fin de sa vie d'avoir admis ce principe et d'avoir attribué le centre du Monde à la Terre ; mais il est assuré qu'aucun de ses dialogues ne porte la trace de ce repentir, et qu'en tous, la Terre est le centre des diverses révolutions célestes. Ceux qui, comme Eudoxe, ont recueilli les préceptes que Platon traçait aux astronomes et se sont efforcés de les mettre en pratique, ont cherché à sauver les apparences offertes par le cours des planètes au moyen de mouvements qui, tout d'abord, fussent circulaires et uniformes, mais qui, en outre, eussent tous pour centre le centre de la Terre.

Non seulement, en tous ses Dialogues, Platon mettait la Terre au centre des circulations célestes, mais encore, nous l'avons vu, il supposait la Terre immobile ; au nombre des rotations réelles qui devaient se composer entre elles pour reproduire le cours des planètes, il n'y avait donc pas à compter la rotation terrestre.

Platon ne s'est pas contenté, semble-t-il, de restreindre par ces deux conditions la liberté laissée aux mathématiciens dans le choix des hypothèses destinées à sauver les apparences ; il a, peut-être, par une autre condition, complété l'énoncé de ce problème.

Théon de Smyrne nous donne le renseignement suivant [1] : « Platon dit qu'on ferait un travail inutile si l'on voulait exposer ces phénomènes sans des images qui parlent aux yeux ». Ce dire de Théon trouve une bien saisissante confirmation dans la construction du fuseau de la Nécessité que nous décrit Er, fils d'Arménius.

Vraisemblablement, donc, Platon ne voulait pas que les divers mouvements circulaires qui se composent pour sauver le cours apparent des astres se fissent seulement suivant des cercles idéaux, inexistants hors de la raison du géomètre ; il voulait que ces mouvements pussent être représentés par des rotations de solides concrets, susceptibles d'être tournés et emboîtés les uns dans les autres comme les gaînes du fuseau d'Ἀνάγκη ; et, lorsque au *Timée* ou dans quelque autre dialogue, il traite des mouvements des astres, c'est toujours le mot de cercle qui se rencontre en son langage, mais ce qu'il dit de ce cercle nous laisse bien souvent deviner que son imagination le réalise en un globe sphérique solide.

La lecture de Platon conduisait donc tout naturellement les mathématiciens à formuler le problème astronomique de la manière que voici : Emboîter les uns dans les autres plusieurs globes sphériques concentriques ; animer chacun d'eux d'une rotation uniforme autour d'un axe convenablement choisi ; supposer que le mouvement de l'orbe intérieur se compose avec les mouvements de ceux qui l'entourent ; combiner enfin ces mouvements de telle sorte que la marche résultante d'un astre fixé à l'orbe le plus voisin du centre représente le mouvement apparent de la planète observée. C'est sous cette forme que le problème astronomique donnera naissance aux divers systèmes de *sphères homocentriques*.

Ces sphères homocentriques, Platon les regardait-il comme réellement existantes au sein de la substance céleste ? N'y voyait-il, au contraire, comme Théon de Smyrne semble l'insinuer, que des représentations propres à seconder la raison du secours de l'imagination? Entre ces deux alternatives, il serait malaisé de choisir en s'autorisant de textes précis ; mais il serait bien étrange que Platon n'eût pas mis ces globes solides au nombre des réalités permanentes que la Géométrie nous révèle.

1. THEONIS SMYRNÆI *Opus astronomicum*, cap. XVI ; éd. Th.-H. Martin, p. 203 ; éd. J. Dupuis, p. 239.

II

OU EN ÉTAIT LA SOLUTION DU PROBLÈME ASTRONOMIQUE DANS LES DIALOGUES DE PLATON

Que Platon regardât les sphères célestes comme des réalités ou comme des fictions, il importait peu au mathématicien ; le problème astronomique que le philosophe lui proposait gardait, dans les deux cas, la même forme ; par des agencements de globes sphériques, tous *homocentriques* à la Terre, tous animés de rotations uniformes, il s'agissait de *sauver les mouvements apparents* des astres errants.

Ce problème, jusqu'à quel point la solution en avait-elle été poussée dans les Dialogues de Platon ? Elle y était, nous allons nous en convaincre sans peine, fort peu avancée.

A chacun des astres errants, Platon attribuait seulement deux circulations uniformes ; l'une, la même pour tous, dirigée d'Orient en Occident, s'accomplissait en un jour autour de l'axe de rotation du ciel des étoiles fixes ; l'autre, particulière à chaque astre et plus lente que la précédente, se faisait d'Occident en Orient autour de l'axe de l'écliptique.

A quel point ce dispositif trop simple est incapable de représenter les mouvements observés, cela se voit si aisément qu'on ne pouvait l'ignorer au temps de Platon ; Platon, sans doute, l'avait reconnu, et c'est pourquoi il proposait aux astronomes de rechercher des hypothèses plus complètes qui fussent en état de sauver les apparences.

Considérons tout d'abord le Soleil.

Il est bien vrai que la marche apparente du Soleil résulte de la composition de la révolution diurne avec une circulation annuelle, d'Occident en Orient, accomplie suivant le grand cercle écliptique ; mais il s'en faut de beaucoup que cette marche se fasse avec une vitesse invariable.

Les deux équinoxes et les deux solstices correspondent à quatre points qui divisent exactement l'écliptique en quadrants ; chacun de ces quadrants est parcouru par le Soleil pendant la durée d'une saison ; si donc la marche du Soleil était uniforme, les quatre saisons auraient exactement la même durée. Or, c'est ce qui n'est point ; dès que l'on a su déterminer, même d'une manière assez

grossière, le moment où le Soleil atteignait chacun des solstices, chacun des équinoxes, on a dû reconnaître que les saisons étaient notablement inégales entre elles.

Cette inégalité des saisons était, alors que Platon écrivait, de notoriété commune auprès des Grecs. Selon l'*Histoire astronomique* d'Eudème, citée par Théon de Smyrne [1], Thalès reconnut le premier que « la marche périodique du Soleil par les solstices ne se faisait pas toujours dans le même temps », c'est-à-dire, à n'en pas douter, que le Soleil n'employait pas, pour aller du solstice d'hiver au solstice d'été, le même temps que pour revenir du solstice d'été au solstice d'hiver.

Au temps même de la naissance de Platon, en l'an 432, la durée des saisons avait été déterminée par Méton et par Euctémon. Les évaluations d'Euctémon nous sont connues par un précieux et célèbre papyrus, connu sous le nom de *Papyrus d'Eudoxe* ou de *Didascalie de Leptine*, et conservé au musée du Louvre ; ce papyrus contient de nombreuses données relatives au calendrier, les unes dues à Eudoxe, les autres à Méton et à Euctémon, d'autres encore à Calippe, disciple d'Eudoxe et ami d'Aristote, et à d'autres astronomes postérieurs [2].

Selon le *Papyrus d'Eudoxe*, voici quelles durées avaient, en l'an 432, les diverses saisons [3] :

Printemps. . . .	93 jours,
Été	90 jours,
Automne	90 jours,
Hiver	92 jours.

1. THEONIS SMYRNÆI *Liber de Astronomia*, cap. XI ; éd. Th.-H. Martin, pp. 324-325 ; éd. J. Dupuis, pp. 320-321.

2. Sur le *papyrus d'Eudoxe*, voir :

BRUNET DE PRESLE, *Notices et extraits de la Bibliothèque du Roi*, vol. XVIII, 2e partie.

A. BŒCKH, *Ueber die vierjährige Sonnenkreise der Alten*, pp. 197-226.

LETRONNE, *Journal des savants*, année 1839.

PAUL TANNERY, *Recherches sur l'histoire de l'Astronomie ancienne*, Chap. I, § 25 et Appendice I : *Traduction de la Didascalie céleste de Leptine (Art d'*EUDOXE) (*Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*. 4e série, t. I, 1893 ; pp. 23-25 et pp. 283-294).

Brunet de Presle a donné à cet écrit le nom d'*Art d'*EUDOXE, traduction d'un anagramme des premiers mots. Letronne, qui l'a déchiffré le premier, l'intitulait *Didascalie céleste de* LEPTINE ; Paul Tannery a repris ce titre.

Nos extraits du *papyrus d'Eudoxe* sont empruntés à G. SCHIAPARELLI, *Le sfere omocentriche di Eudosse, di Calippe e di Aristotele* [*Memorie del R. Instituto Lombardo di Scienze e Lettere*. Classe di Scienze matematiche e naturali. Vol. XIII (série III, vol. IV) ; 1877, pp. 117-179] et à l'ouvrage ci-dessus cité de P. Tannery.

3. G. SCHIAPARELLI, *loc. cit.*, p. 162. PAUL TANNERY, *loc. cit.*, p. 294.

Vers le même temps, Démocrite, selon le même papyrus [1], attribuait aux saisons les durées suivantes :

Printemps. . . .	91 jours,
Été	91 jours,
Automne	91 jours,
Hiver	92 jours.

Ces évaluations n'étaient pas entièrement exactes ; nos tables modernes montrent qu'en l'année 432, les durées exactes des diverses saisons, évaluées en jours et fractions de jours, étaient les suivantes [2] :

Printemps.	94,23,
Été	92,01,
Automne	88,52,
Hiver	90,50.

Mais, bien qu'entachées d'erreurs assez graves, les évaluations de Méton et d'Euctémon n'en mettaient pas moins en évidence cette vérité : La marche du Soleil sur l'écliptique ne procède nullement avec une vitesse uniforme.

Pour chacune des cinq planètes, le défaut d'uniformité dans le mouvement propre, l'*anomalie apparente*, se marque par des effets plus curieux encore que ceux dont l'observation du Soleil a livré la connaissance aux astronomes.

Le cours apparent de la planète résulte, lui aussi, de la composition du mouvement diurne avec un mouvement que les astronomes nomment mouvement propre. Selon le système de Platon, ce mouvement propre devrait se réduire à une circulation de l'Occident vers l'Orient, accomplie avec une vitesse uniforme. Or il s'en faut de beaucoup qu'il offre un telle simplicité.

Non seulement la vitesse de la marche d'Occident en Orient, que l'on appelle *marche directe*, ne se fait pas toujours avec la même vitesse, mais à certains moments, le mouvement propre de la planète cesse de se diriger de l'Occident vers l'Orient pour prendre la direction contraire, d'Orient en Occident ; la planète rebrousse chemin, se rapprochant maintenant de certaines étoiles fixes dont, par sa marche directe, elle s'était écartée. Cette *marche rétrograde* se poursuit le long d'un certain arc de cercle, puis la planète reprend la marche directe.

1. Paul Tannery, *loc. cit.*, p. 294.
2. G. Schiaparelli, *loc. cit.*, p. 162.

Lorsque le sens du mouvement propre d'une planète vient ainsi à se renverser, la vitesse de circulation change de signe en passant par la valeur nulle. Pendant un certain laps de temps, cette vitesse demeure insensible et la planète semble garder, par rapport aux étoiles fixes, une position invariable ; les astronomes de l'Antiquité disaient alors qu'elle est *stationnaire*.

Platon avait-il connaissance des stations et des mouvements rétrogrades des planètes ? Il semble que l'on puisse conclure qu'il possédait cette connaissance, et même d'une manière assez détaillée, d'un passage emprunté à la description du fuseau de la Nécessité, pourvu, toutefois, qu'on lise ce passage tel que Théon de Smyrne le rapporte [1]. Il y est dit, en effet, que Mars « rétrograde plus que toutes les autres planètes (ἐπανακυκλούμενον μάλιστα τῶν ἄλλων) » ; et ce renseignement est parfaitement exact. Il est vrai que les mots μάλιστα τῶν ἄλλων manquent dans tous les manuscrits et dans toutes les éditions de Platon [2], ce qui laisse planer un doute sur la valeur de cette preuve.

En tous cas, lors même qu'il n'eût point connu les marches rétrogrades et les stations des planètes, Platon savait que Vénus et Mercure progressent tantôt plus vite et tantôt moins vite que le Soleil, et il nous a laissé la description des phénomènes qui résultent de là.

Selon l'Astronomie de Platon, toutes les planètes devraient ou bien parcourir l'écliptique ou bien demeurer à une distance invariable de ce grand cercle de la sphère céleste. En réalité, elles ne s'en écartent jamais beaucoup ; elles demeurent toujours comprises dans une zone dont ce grand cercle forme l'équateur et qu'occupent douze constellations ; ces constellations, les anciens les nommaient *les animaux* (ζῷά), d'où le nom de *ceinture zodiacale* donnée à cette zone. Mais, en la largeur du zodiaque, les planètes s'éloignent ou s'approchent alternativement de l'écliptique.

Platon connaissait-il les variations qu'éprouvent les longitudes des diverses planètes ? Th.-Henri Martin a admis qu'il possédait cette connaissance et qu'elle se traduisait, au mythe d'Er, par les diverses épaisseurs attribuées aux gaînes successives du fuseau de la Nécessité. Cette interprétation du mythe d'Er, nous l'avons dit, ne nous paraît pas fondée [3] ; mais il n'en résulte nullement que Platon ignorât les variations que subissent les latitudes des pla-

1. THEONIS SMYRNÆI *Liber de Astronomia*, cap. XVI; éd. Th.-H, Martin, pp. 200-201 ; éd. J. Dupuis, pp. 236-237.
2. Voir la discussion de ce membre de phrase par Th.-Henri Martin dans : THEONIS SMYRNÆI *Liber de Astronomia*, note R, pp. 365-366.
3. Voir p. 63.

nètes ; ces variations, en effet, sont assez grandes ; la Lune s'écarte de l'écliptique jusqu'à 5°9′ environ ; la longitude de Mars atteint parfois 7° et celle de Vénus 9° ; il est bien probable que les observateurs contemporains de Platon n'avaient pas été sans remarquer de tels écarts.

L'Astronomie trop simple que Platon avait empruntée aux Pythagoriciens était fort loin de représenter le cours apparent des astres errants, et Platon ne pouvait l'ignorer. Il n'est donc pas étonnant qu'il ait fait appel aux mathématiciens et qu'il leur ait demandé de construire, à l'aide d'hypothèses semblables, un système assez compliqué pour *sauver* plus complètement les apparences.

III

LES SPHÈRES HOMOCENTRIQUES D'EUDOXE

« Le premier des Grecs qui tenta la solution du problème posé par Platon fut Eudoxe de Cnide », nous dit Simplicius [1], répétant un propos de Sosigène qui, lui-même, parlait d'après l'*Histoire astronomique* d'Eudème. Nul, en effet, n'était mieux préparé à le traiter [2].

Eudoxe était né à Cnide vers l'an 408 ; il mourut en 355, sans doute à Athènes.

Il fut astronome, géomètre, médecin et philosophe. Il reçut, en Géométrie, les leçons d'Archytas de Tarente, le célèbre pythagoricien ; d'autre part, Diogène de Laërte rapporte, sur la foi de Sotion, qu'il fut, à Athènes, au nombre des auditeurs de Platon. L'enseignement de ses maîtres l'avait donc prédisposé à chercher, en des combinaisons de mouvements circulaires et uniformes, la raison du cours apparent des astres.

Au cours d'un voyage en Égypte, il passa seize mois dans la société des prêtres d'Héliopolis et de Memphis ; de ce commerce avec les prêtres égyptiens, il rapporta peut-être des observations sur le cours des planètes, observations plus précises et plus détaillées

1. Simplicii *Commentarii in Aristotelis libros de Cœlo* ; in lib. II cap. XII ; éd. Karsten, p. 219, col. a ; éd. Heiberg, p. 488.

2. Diogène de Laërte a donné une narration de la vie d'Eudoxe. Paul Tannery a traduit cette narration en l'accompagnant de notes fort importantes. [Paul Tannery, *Recherches sur l'Histoire de l'Astronomie ancienne.* Appendice II (*Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 4e série, t. I, pp. 295-300 ; 1893)].

que celles dont les Grecs avaient eu jusque-là connaissance. Ces renseignements précieux semblent avoir puissamment aidé à la composition de sa théorie des planètes.

Eudoxe acquit bientôt une grande réputation de mathématicien. Proclus dit [1] qu'il fit progresser toutes les parties de la Géométrie. L'enseignement qu'il donna à Cyzique, puis à Athènes, réunit un grand nombre de disciples dont plusieurs sont demeurés justement célèbres. Parmi ces disciples d'Eudoxe, nous trouvons, en effet, Ménechme qui, le premier, étudiera d'une manière systématique les sections coniques et montrera comment elles permettent de résoudre le problème de la duplication du cube ; nous trouvons également Polémarque de Cyzique, que préoccupera le problème astronomique et qui formera, à son tour, Calippe, le continuateur d'Eudoxe.

Tel est le géomètre qui entreprit de sauver les apparences astroniques à l'aide des hypothèses que prescrivaient Platon et les Pythagoriciens.

Eudoxe avait exposé son système dans un ouvrage intitulé : Περὶ ταχῶν, *Sur les vitesses* ; cet ouvrage paraît avoir été perdu de bonne heure. Eudème en avait donné un exposé dans son Ἀστρολογικὴ ἱστορία, et cet exposé avait été reproduit par Sosigène le Péripatéticien, probablement dans son traité Περὶ τῶν ἀνελιττουσῶν [2] ; l'*Histoire astronomique* d'Eudème, le traité de Sosigène sont également, aujourd'hui, des écrits perdus ; mais heureusement Simplicius, qui possédait encore le dernier de ces ouvrages, lui a emprunté la description des systèmes astronomiques d'Eudoxe et de Calippe, et, grâce à lui, cette description nous a été conservée [3].

Les renseignements fournis par le long extrait de Simplicius peuvent être, en quelques points, complétés par les courtes, mais précises indications qu'au XIe livre de sa *Métaphysique*, Aristote nous donne [4] sur le système d'Eudoxe, sur celui de Calippe et sur les modifications qu'il a apportées à ce dernier.

1. Procli Diadochi *In primum Euclidis elementorum librum commentarii*, éd. Friedlein, Lipsiæ, 1873 ; p. 67.

2. Cité par Proclus, en son *Hypotypose* (*Hypothèses et époques des Planètes de* C. Ptolémée *et Hypotyposes de* Proclus Diadochus, traduites pour la première fois du grec en français par M. l'abbé Halma ; Paris, 1820. *Hypotyposes de* Proclus Diadochus, philosophe platonicien, *ou Représentation des hypothèses astronomiques*, p. 111. — Procli Diadochi *Hypotyposis astronomicarum positionum*. Edidit Carolus Manitius ; Lipsiæ, MCMIX ; p. 130).

3. Simplicii *In Aristotelis de Cœlo libros commentarii* ; in lib. II, cap. XII ; éd. Karsten, p. 219, col. a, à p. 226, col. b ; éd. Heiberg, p. 488 à p. 506.

4. Aristote, *Métaphysique*, livre XI, ch. VIII (Aristotelis *Opera* ; éd. Bekker, vol. II, pp. 1073-1074).

On possède, sous le nom d'Alexandre d'Aphrodisias, un commentaire à la *Métaphysique* d'Aristote [1]. La partie de ce commentaire qui concerne les cinq premiers livres de la *Métaphysique* est certainement authentique ; mais beaucoup d'érudits regardent le reste comme apocryphe [2] ; cette partie apocryphe, en tous cas, semble, la plupart du temps, formée par des extraits ou des résumés d'ouvrages réellement écrits par Alexandre.

Le commentaire au XIe livre renferme [3] un exposé assez étendu des systèmes d'Eudoxe, de Calippe et d'Aristote ; malheureusement, cet exposé ne fait guère que reproduire sous une forme plus prolixe les renseignements contenus en la *Métaphysique* d'Aristote.

Cet exposé renvoie souvent à un exposé analogue qui se trouvait dans un commentaire au *De Cælo* d'Aristote (ἐν τῷ Περὶ Οὐρανοῦ) ; Alexandre avait, en effet, commenté le *De Cælo* ; Simplicius cite et critique fréquemment ce commentaire, qui ne nous est pas parvenu.

Ajoutons qu'en cet exposé attribué à Alexandre, le nom de Sosigène se trouvait invoqué [4].

Thémistius avait, lui aussi, composé une *Paraphrase* de la *Métaphysique* d'Aristote. Le texte grec en est perdu. Une traduction en avait été faite en syriaque, puis en arabe, enfin en hébreu. En 1558, le juif Moïse Finzio qui possédait le texte hébreu de cette paraphrase en traduisit en latin une partie qu'il intitula : XIIe livre [5], et qui correspond aux livres XI, XII et XIII de la *Métaphysique* d'Aristote dans les éditions modernes [6]. En cette *Paraphrase*, Thémistius reproduisait à peu près textuellement ce qu'avait dit Aristote.

Le long extrait de Sosigène donné par Simplicius et le chapitre de la *Métaphysique* d'Aristote sont donc, en définitive, les seules sources où il nous soit, aujourd'hui, possible de puiser utilement pour connaître le système d'Eudoxe ; mais les renseignements que ces deux sources nous fournissent ont été si scrupuleusement examinés par G. Schiaparelli [7], par Th.-Henri Martin [8], par Paul

1. ALEXANDRI APHRODISIENSIS *In Aristotelis Metaphysica commentaria*. Edidit Michael Hayduck. Berolini, 1891.
2. Voir la préface mise par M. Hayduck à l'édition précédente.
3. ALEXANDRI APHRODISIENSIS *In Aristotelis Metaphysica commentaria ;* in lib. XI cap. VIII ; éd. Hayduck, pp. 701-706.
4. ALEXANDRE D'APHRODISIAS, *loc. cit.*, éd. cit., p. 706.
5. THEMISTII PERIPATETICI LUCIDISSIMI *Paraphrasis in duodecimum librum Aristotelis de prima Philosophia*, Mose Finzio interprete. Venetiis, apud Hieronymum Scotum. MDLVIII.
6. THEMISTII *Op. laud.*, pp. 17-18.
7. G. SCHIAPARELLI, *Le sfere omocentriche di Eudosso, di Calippo e di Aristotele*, memoria letta nell' adunanza del 26 novembre 1874 [*Memorie del R. Instituto Lombardo di Scienze e Lettere ; classe di Scienze matematiche e naturali ;* vol. XIII (série III, vol. IV) ; 1877 ; pp. 117-179].
8. TH.-HENRI MARTIN, *Mémoire sur les hypothèses astronomiques chez les Grecs*

Tannery[1], que notre connaissance de la théorie des sphères homocentriques ne présente plus qu'un petit nombre de lacunes ou de parties douteuses.

Nous nous contenterons d'esquisser ici les grandes lignes du système d'Eudoxe, telles que les ont retracées les travaux que nous venons de citer ; c'est à ces travaux, et particulièrement à celui de G. Schiaparelli, que le lecteur devra se reporter s'il veut acquérir une connaissance plus détaillée de l'Astronomie du géomètre grec ; c'est en ces travaux, également, qu'il trouvera les discussions par lesquelles les propositions que nous nous contentons d'affirmer ont acquis la certitude ou, tout au moins, la probabilité.

Les étoiles fixes sont toutes serties en un corps solide que nous nommerons, *brevitatis causa*, un *orbe* ou une *sphère*, mais qui, en réalité, est une couche sphérique comprise entre deux surfaces sphériques concentriques à la Terre ; cet orbe tourne, d'Orient en Occident, avec une vitesse uniforme, autour d'un axe qui est l'axe du Monde ; les pôles de cette rotation sont les pôles du Monde. La durée de révolution de cette sphère est ce que nous nommons le jour sidéral ; les astronomes grecs entendent presque constamment par *jour* (ἡμέρα) la durée du jour solaire ; ils disent alors que la sphère des étoiles fixes, l'*inerrante* (ἀπλανής), effectue sa rotation *à peu près* en un jour.

Le mécanisme destiné à sauver les mouvements apparents des sept astres errants (πλάνητες) connus des anciens est plus compliqué.

Chacun des astres errants a son mécanisme indépendant, qui se suffit à lui-même, qui ne subit aucunement l'influence du mouvement de la sphère inerrante ni du mouvement des mécanismes relatifs aux autres astres errants. Comme le voulait l'*Épinomide*, les huit puissances du Ciel sont sœurs ; aucune d'entre elles ne commande à aucune des autres.

Le mécanisme destiné à représenter le mouvement d'un astre errant se compose de plusieurs orbes solides qui ont tous pour centre le centre de la Terre et qui sont contigus les uns aux autres.

L'astre est logé dans l'épaisseur de la dernière de ces sphères,

et les Romains ; hypothèses astronomiques d'Eudoxe, de Calippe et d'Aristote (*Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, t. XXX, première partie, 1881).

1. Paul Tannery, *Note sur le système astronomique d'Eudoxe* (*Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 2e série, t. I, p. 441 ; 1876). — *Seconde note sur le système astronomique d'Eudoxe* (*Ibid.*, 2e série, t. V, p. 129 ; 1883).

de celle qui est à l'intérieur de toutes les autres ; son centre est sur l'équateur de cette sphère. Sauf un mouvement de rotation sur lui-même, que Platon attribuait à chaque astre errant, et dont nous ne savons ce que pensait Eudoxe, l'astre ne saurait avoir un autre cours qu'un point de l'équateur de la sphère solide en laquelle il se trouve enchâssé.

Les autres sphères ne portent aucun astre ; Théophraste leur donnera le nom de *sphères sans astres* (ἄναστροι σφαῖραι) [1] tandis qu'Eudoxe paraît les avoir désignées par le nom de *sphères tournant en sens contraire* (ἀνελιττούσαι σφαῖραι) dont Aristote, nous le verrons plus loin, a fait un usage mieux justifié. Inaccessibles aux perceptions de la vue, elles ne se révèlent qu'au raisonnement géométrique, comme il convient aux *hypothèses* de l'Astronomie réelle.

La première sphère, c'est-à-dire celle qui est extérieure à toutes les autres, tourne avec une vitesse uniforme et dans un certain sens autour d'un certain axe qui passe par le centre du Monde.

La seconde sphère participe exactement à ce mouvement uniforme de la première sphère ; mais, en elle, il se compose avec un second mouvement de rotation uniforme dont l'axe, le sens, la vitesse sont propres à cette seconde sphère.

La troisième sphère reçoit le mouvement déjà composé dont la seconde sphère était animée ; elle le combine à son tour avec un mouvement de rotation uniforme qui lui est propre.

Les choses se poursuivent de cette manière jusqu'à la dernière sphère, jusqu'à celle qui porte l'astre ; le mouvement de l'astre se compose donc d'autant de circulations uniformes concentriques à la Terre qu'il y a d'orbes en son mécanisme spécial.

Le principe du mécanisme sera le même pour tous les astres errants ; mais de l'un à l'autre, le géomètre pourra varier le nombre des orbes et les particularités qui définissent la rotation de chacun d'eux, jusqu'à ce qu'il soit parvenu à sauver d'une manière satisfaisante les divers mouvements apparents.

Les mécanismes qu'Eudoxe combine et adapte aux divers astres errants offrent, tous, deux caractères communs :

1° En tous, la première sphère tourne uniformément, d'Orient en Occident, autour de l'axe du Monde, et sa rotation dure exactement le même temps que la rotation de la sphère inerrante ; par là, chacun des astres errants prend part à la rotation diurne qui affectera tous les corps du Ciel ; cette rotation, cependant,

1. SIMPLICII *In Aristotelis libros de Caelo commentarii ;* in lib. II cap. XII ; éd. Karsten, p. 220, col. a, et p. 221, col. b ; éd. Heiberg, p. 491 et p. 493.

comme le veut l'*Épinomide*, n'est pas, pour les astres errants, un entraînement produit par la sphère des étoiles fixes.

2° En tous, la seconde sphère tourne uniformément d'Occident en Orient autour d'un axe normal à l'écliptique. Mais la durée de cette révolution n'est pas la même pour les divers astres errants ; pour la Lune et le Soleil, elle a des durées particulières dont nous parlerons tout à l'heure ; pour chacune des cinq planètes, cette durée est égale au temps que l'astre emploie, en moyenne, à parcourir tout le cercle écliptique, temps qui est nommé *durée de la révolution zodiacale* de la planète.

Pour les cinq planètes, Eudoxe en connaissait la valeur d'une manière assez exacte, comme le montre le tableau suivant, que nous empruntons à G. Schiaparelli[1] :

Noms des planètes	Révolutions zodiacales		
	Selon Eudoxe	Selon les modernes	
	Ans	Ans	Jours
Vénus	1	1	»
Mercure	1	1	»
Mars	2	1	322
Jupiter	11	12	315
Saturne	30	29	166

Si le mécanisme de chaque astre errant se réduisait aux deux sphères dont nous venons de parler, le mouvement de chacun d'eux se composerait d'une circulation diurne uniforme d'Orient en Occident autour de l'axe du Monde et d'une circulation uniforme d'Occident en Orient suivant l'écliptique ; on retrouverait l'Astronomie trop simplifiée que Platon expose constamment dans ses dialogues. Les sphères nouvelles qu'Eudoxe va introduire auront pour objet de sauver au moins quelques-uns des mouvements apparents que le système de Platon ne sauvait pas.

1. G. SCHIAPARELLI, *loc. cit.*, p. 152.

IV

LES SPHÈRES HOMOCENTRIQUES D'EUDOXE (*suite*). THÉORIE DE LA LUNE

Voyons d'abord comment Eudoxe sauvait les apparences présentées par l'astre le plus rapproché de la Terre, par la Lune.

Si la Lune se mouvait autour de la Terre dans le plan même de l'écliptique, chaque fois que, par rapport à la Terre, la Lune est opposée au Soleil, elle se trouverait dans le cône d'ombre de la Terre et serait éclipsée ; chaque fois qu'elle est conjointe au Soleil, elle se trouverait exactement entre la Terre et le Soleil et éclipserait cet astre ; toute pleine-lune serait accompagnée d'une éclipse de Lune, toute nouvelle-lune d'une éclipse de Soleil. Pour tirer cette conclusion des prémisses, il n'est pas besoin d'une Géométrie bien savante, et pour constater qu'elle ne s'accorde pas avec les faits, l'observation la plus grossière suffit.

La Lune ne peut donc pas se mouvoir constamment dans le plan de l'écliptique ; et, en effet, les observations montrent que la Lune est tantôt au nord, tantôt au sud de l'écliptique ; la latitude de cet astre est tantôt boréale et tantôt australe ; au temps d'Eudoxe, on savait que la valeur absolue de cette latitude peut atteindre environ 5° (exactement 5° 8′ 48″).

Si l'on veut que la Lune décrive un cercle dont la Terre soit le centre, on devra admettre que le plan de ce cercle est oblique au plan de l'écliptique et forme avec celui-ci un angle d'environ 5°. Projetés sur une même sphère céleste, le cercle de la Lune et l'écliptique se coupent en deux points auxquels les Grecs donnaient le nom de *nœuds* (σύνδεσμοι) ; au *nœud ascendant* (ἀναβιβάζων), la Lune passe du sud au nord de l'écliptique ; au *nœud descendant* (καταβιβάζων), elle passe du nord au sud.

Il est maintenant facile de déterminer en quelles conditions la Lune ou le Soleil peuvent être éclipsés. Il y aura éclipse de Lune lorsque, sur la sphère céleste, les projections de la Lune et du Soleil se trouveront l'une en un nœud et l'autre au nœud opposé ; il y aura éclipse de Soleil lorsque ces deux projections se trouveront conjointes au même nœud.

Dans le langage des astrologues, la ligne d'intersection des deux cercles de la Lune et du Soleil fut nommée *dragon*, car elle représente le dragon fabuleux qui dévore la Lune au moment des éclipses ; le nœud ascendant fut la *tête du dragon* et le nœud

descendant la *queue du dragon* ; inusitées chez les astronomes grecs, ces dénominations ont été constamment employées, au Moyen-Age, par les astronomes de l'Islam et de la Chrétienté.

Pour représenter ce que nous venons de dire, il suffirait de modifier très légèrement l'Astronomie de Platon ; au lieu de faire tourner la sphère de la Lune d'Occident en Orient autour d'un axe normal à l'écliptique, il suffirait de la faire tourner autour d'un axe oblique, qui fît avec la normale dont il vient d'être parlé un angle d'environ 5°.

Mais voici qu'une complication se présente.

Selon cette disposition, le plan de l'écliptique et le plan du cercle lunaire, fixes tous deux, se couperaient suivant une droite invariable qui percerait la sphère céleste en des points également invariables ; les éclipses se produiraient toujours aux deux mêmes lieux de l'écliptique. Or, c'est ce qui n'a pas lieu ; l'observation prolongée des éclipses soit de Soleil, soit de Lune, montre que ces éclipses se produisent successivement en des lieux divers de l'écliptique ; les nœuds se déplacent d'Orient en Occident sur ce grand cercle, de manière à le parcourir en 223 lunaisons à peu près.

Déjà connu des Chaldéens, grands observateurs d'éclipses, ce phénomène n'était pas ignoré d'Eudoxe ; c'est afin de le *sauver* qu'il dota le système lunaire d'une troisième sphère.

Ce système se compose donc de trois orbes emboîtés l'un dans l'autre.

L'orbe extérieur tourne uniformément d'Orient en Occident autour d'un axe normal à l'équateur ; sa révolution est parfaite en un jour sidéral.

L'orbe intérieur, qui porte la Lune, tourne uniformément d'Occident en Orient, autour d'un axe qui forme avec la normale à l'écliptique, un angle de 5° environ ; sa révolution s'achève dans le temps que la Lune, partie de la tête du dragon, met à y revenir ; cette durée est le *mois draconitique*, évalué aujourd'hui à 27 jours 5 heures 5 minutes 36 secondes.

L'orbe intermédiaire tourne d'Orient en Occident, comme le premier orbe, mais autour d'un axe normal à l'écliptique ; sa révolution uniforme, accomplie en 223 lunaisons à peu près, produit la marche rétrograde des nœuds [1].

1. Simplicius (*In Aristotelis libros de Caelo commentarii ;* in lib. I cap. XII ; éd. Karsten, p. 222, col. a ; éd. Heiberg, pp. 494-495) attribue à la seconde sphère une rotation *d'Occident en Orient* et, à la troisième, une rotation *lente d'Orient en Occident ;* il dit que cette dernière rotation rend compte du mouvement rétrograde des nœuds. Il est clair que, par une interversion, il a attri-

V

LES SPHÈRES HOMOCENTRIQUES D'EUDOXE (*suite*). THÉORIE DU SOLEIL

Le mécanisme imaginé par Eudoxe pour sauver les mouvements apparents de la Lune est assurément l'une des parties les plus heureusement agencées de son Astronomie ; il a rencontré une bien moindre réussite en la théorie du Soleil. Visiblement, il a été guidé par la pensée que cette doctrine-ci devait être imitée de celle-là. Or, le sens de l'analogie et de la généralisation qui est, dans la construction de la théorie physique, l'instrument habituel du progrès, intervint, ici, d'une manière malencontreuse ; rien, en effet, ne diffère plus de la théorie de la Lune que la théorie du Soleil.

Pour calquer, donc, la théorie du Soleil sur la théorie de la Lune, Eudoxe a supposé [1] que le Soleil, en son cours par rapport aux étoiles fixes, ne suivait pas exactement l'écliptique ; il a admis que l'écliptique était un grand cercle purement idéal de la sphère céleste ; que le Soleil décrivait un autre grand cercle incliné sur le premier d'un tout petit angle ; enfin que l'intersection de ces deux cercles, semblable à la ligne des nœuds de la Lune, tournait très lentement, dans le plan invariable de l'écliptique idéale, mais d'Occident en Orient et non point d'Orient en Occident.

Dès lors, le système du Soleil a été, comme le système de la Lune, constitué par trois orbes contigus et concentriques à la Terre.

Dans ce système, l'orbe extérieur tourne uniformément d'Orient en Occident, en un jour sidéral, autour de l'axe du Monde.

bué à la troisième sphère la durée de révolution et le rôle de la seconde, et inversement.

L'erreur n'est sans doute pas du fait de Simplicius, mais du fait de Sosigène, dont Simplicius suit ici trop fidèlement l'exposé. Elle a, d'ailleurs, été soigneusement gardée par Alexandre d'Aphrodisias (Alexandri Aphrodisiensis *Op. laud.*, in lib. XI cap. VIII ; éd. Hayduck, p. 703).

Elle a été tout d'abord reconnue par Ideler [*Ueber Eudoxus (Mémoires de l'Académie de Berlin ; classe historique et philologique*, 1830 ; p. 77)] qui en a proposé la correction suivie dans notre texte. Cette correction a été également admise par G Schiaparelli (*loc. cit.*, p. 127) et par Paul Tannery (*Première note*, p. 442 ; *seconde note*, pp. 138-142). Th.-Henri Martin a proposé (*loc. cit.*, pp. 212-222) une interprétation qui prête à Eudoxe de telles erreurs astronomiques qu'elle semble absolument inadmissible (P. Tannery, *Seconde note*, pp. 138-142).

1. Simplicius, *loc. cit.* ; éd. Karsten, p. 221, col. b ; éd. Heiberg, pp. 493-494. Simplicius et Alexandre commettent, en la description des orbes du Soleil, la même interversion qu'en la description des orbes de la Lune.

L'orbe moyen tourne uniformément, d'Occident en Orient, avec une lenteur extrême, autour d'un axe normal à l'écliptique.

Enfin, l'orbe intérieur, qui porte le Soleil, tourne d'Occident en Orient autour d'un axe très légèrement oblique à l'écliptique, et sa révolution uniforme s'achève en un an.

Cette théorie, selon laquelle le Soleil, en sa marche annuelle, suivrait un cercle oblique à l'écliptique, et lentement variable, garda longtemps des partisans parmi les astronomes de l'Antiquité. Comment Eudoxe avait-il été conduit à la proposer? Le désir, bien manifeste d'ailleurs, d'imiter la théorie de la Lune ne saurait expliquer comment il a fait tourner d'Occident en Orient la sphère intermédiaire du Soleil, tandis que la sphère intermédiaire de la Lune tourne d'Orient en Occident. Paul Tannery suppose [1] que l'astronome de Cnide a été guidé par une connaissance, encore bien vague, du phénomène de la précession des équinoxes, et les considérations dont il accompagne cette hypothèse lui confèrent un haut degré de vraisemblance.

VI

LES SPHÈRES HOMOCENTRIQUES D'EUDOXE (*suite*). THÉORIE DES PLANÈTES

C'est en la théorie des cinq planètes qu'Eudoxe a le mieux montré son ingéniosité de géomètre [2].

Chacune des cinq planètes est mue par un système de quatre orbes contigus ; l'orbe intérieur, le quatrième, compose son mouvement propre avec celui des trois autres, et porte l'astre.

Pour chaque planète, le premier orbe, nous l'avons dit, tourne uniformément d'Orient en Occident autour des pôles du Monde et accomplit sa révolution en un jour. Le second tourne d'Occident en Orient autour des pôles de l'écliptique et accomplit sa révolution en un temps, variable d'une planète à l'autre, qui est la *durée de révolution zodiacale de la planète* ; nous avons vu qu'Eudoxe connaissait avec une assez grande exactitude les durées de révolution zodiacale des diverses planètes.

Si la seconde sphère portait l'astre, celui-ci se mouvrait comme le voulait l'Astronomie trop simplifiée de Platon ; il ne présenterait ni station ni rétrogradation ni variation de latitude.

1. Paul Tannery, *Seconde note*, pp. 142-146.
2. Simplicius, *loc. cit.*, éd. Karsten, p. 222, coll. a et b ; éd. Heiberg, pp. 495-497.

Aussi n'est-ce pas l'astre qu'Eudoxe place sur l'équateur de cette seconde sphère, mais simplement un certain point fictif qui sera la *position moyenne de la planète*. Le rayon qui joint le centre du Monde à la planète ira marquer en ce second orbe une *position vraie* de l'astre. Différente de la position moyenne, la position vraie ne demeurera pas dans une situation invariable par rapport à celle-ci ; autour de la position vraie, elle dessinera, sur la seconde sphère, une certaine courbe fermée dont la position moyenne occupera le centre. La marche de la position vraie de la planète sur cette courbe, composée avec la circulation de la position moyenne le long de l'écliptique, donnera un mouvement affecté de stations, de marches rétrogrades, de variations de latitude, et ce mouvement devra représenter le cours de la planète par rapport aux étoiles fixes.

La courbe que, sur la seconde sphère, la position vraie de la planète décrit autour de la position moyenne est, en entier, parcourue en un certain temps qui varie d'une planète à l'autre. Simplicius nous dit que les mathématiciens nomment ce temps διεξόδου χρόνος ; ce temps est devenu, dans le système de Ptolémée, celui que la planète emploie à parcourir l'épicycle et, chez les modernes, la *durée de révolution synodique*.

Simplicius nous dit quelles étaient les valeurs attribuées par Eudoxe aux durées des révolutions synodiques des diverses planètes ; il est intéressant de comparer ces valeurs à celles que donnent les observations modernes [1].

Noms des planètes	Révolutions synodiques	
	Selon Eudoxe	Selon les modernes
Vénus	570 jours	584 jours
Mercure	110 »	116 »
Mars	260 »	780 »
Jupiter	390 »	399 »
Saturne	390 »	378 »

Pour la plupart des planètes, les évaluations d'Eudoxe sont assez voisines de la vérité. Seule, la durée de révolution synodique

1. D'après G. SCHIAPARELLI, *loc. cit.*, p. 152.

admise pour Mars s'écarte extrêmement de la durée véritable ; elle en est exactement le tiers ; il est permis d'attribuer cette détermination fautive non pas à une erreur d'Eudoxe, mais à la maladresse de quelque copiste ; les interprètes modernes, d'ailleurs, n'ont pu rectifier le texte de Simplicius au point d'en tirer pour Mars une théorie acceptable.

La position vraie de la planète sur le second orbe doit donc, en un temps égal à la durée de révolution synodique, décrire une certaine courbe dont la position moyenne occupera le centre. Par quel agencement de sphères Eudoxe va-t-il obtenir cet effet ? Cet agencement le voici :

Dans le plan de l'écliptique, Eudoxe trace le diamètre perpendiculaire au rayon qui va trouver la position moyenne de la planète ; ce diamètre va servir d'axe de rotation à la troisième sphère, qui accomplira sa révolution en un temps égal à la durée de révolution synodique.

L'axe de rotation de la quatrième sphère fera, avec l'axe de la troisième sphère, un certain angle aigu, particulier à chaque planète ; autour de cet axe, la quatrième sphère accomplira sa rotation en un temps qui sera égal, lui aussi, à la durée de révolution synodique de la planète, mais cette rotation sera de sens contraire à celle de la troisième sphère.

Ces deux rotations uniformes, de même durée, mais de sens contraire, se composeront entre elles pour faire décrire à la position vraie de la planète la courbe dont nous avons parlé.

G. Schiaparelli a fait [1] l'étude géométrique de cette courbe en s'astreignant à n'employer aucun procédé qui ne pût être connu d'Eudoxe. Il a montré qu'elle avait la figure du chiffre 8 (fig. 1) ;

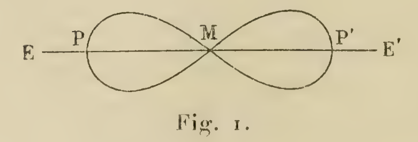


Fig. 1.

les deux boucles, parfaitement égales entre elles, se rejoignent en un point double M qui est la position moyenne de la planète ; ces deux boucles sont couchées dans le sens de l'écliptique EE' qui est, pour la courbe, un axe de symétrie.

Lorsque la position vraie de la planète décrit cette courbe, elle rencontre quatre fois l'écliptique, aux points P, P' et M, ce dernier

1. G. Schiaparelli, *loc. cit.*, pp. 141-146.

étant franchi deux fois ; il y a donc, pendant la durée de révolution synodique de la planète, quatre instants où l'astre a une latitude nulle ; le reste du temps, sa latitude est tantôt boréale et tantôt australe.

Simplicius nous dit qu'Eudoxe donnait à cette courbe le nom d'*hippopède* (ἵππου πέδη). Xénophon a fourni à G. Schiaparelli l'explication de cette dénomination [1]. En son *Traité de l'équitation*, Xénophon dit [2] que l'on appelle πέδη une ligne courbe qui habitue le cheval à tourner en étant tiré par la bride tantôt d'un côté de la bouche et tantôt de l'autre ; telle est bien la ligne étudiée par Eudoxe.

Aristote nous apprend [3] que, dans le système d'Eudoxe, Vénus et Mercure, qui avaient déjà même durée de révolution zodiacale (un an), avaient aussi même lieu moyen et, partant, même axe de rotation pour leurs troisièmes sphères. Ce renseignement complète ce que nous savons de plus certain touchant la théorie des planètes de l'astronome de Cnide. C'est à l'aide de ces documents que G. Schiaparelli a tenté de reconstruire presque en entier cette théorie.

VII

LA RÉFORME DE CALIPPE

Construite en vue de *sauver* les mouvements apparents des astres, la théorie astronomique d'Eudoxe était bien loin d'avoir atteint ce but assez exactement pour que les contemporains du géomètre de Cnide s'en pussent déclarer satisfaits ; que de disparates se pouvaient reconnaître, en effet, entre les corollaires des combinaisons cinématiques du théoricien et les résultats déjà obtenus par les observateurs !

Le système d'Eudoxe, par exemple, donnait bien une même position moyenne aux deux planètes Vénus et Mercure ; mais cette position moyenne, qui décrivait uniformément l'écliptique, ne pouvait coïncider avec le Soleil, puisque Eudoxe avait eu la malencontreuse idée de faire circuler cet astre hors de l'écliptique.

D'ailleurs, tandis qu'il représentait des variations de latitude

1. G. Schiaparelli, *loc. cit.*, p. 150.
2. Xénophon, *De re equestri* cap. VII.
3. Aristote, *Métaphysique*, livre XI, ch. VIII (Aristotelis *Opera*, éd. Bekker, vol. II, p. 1073, col. b).

que le Soleil n'éprouve pas, le système élaboré par Eudoxe ne rendait pas compte de l'anomalie indéniable qu'éprouvait la marche du Soleil suivant l'écliptique.

Ces désaccords, et bien d'autres qu'il serait trop long d'énumérer, devaient attirer l'attention des astronomes qui vinrent aussitôt après Eudoxe ; ils attirèrent, en particulier, celle de Calippe de Cyzique.

Polémarque de Cyzique était un des familiers d'Eudoxe [1] ; il s'occupait d'Astronomie, et Simplicius nous apprend [2] qu'il avait reconnu les changements de diamètre apparent du Soleil et de la Lune. Le même Simplicius nous dit [3] que Calippe de Cyzique fut condisciple de Polémarque, sans nous apprendre, d'ailleurs, si c'est à l'école d'Eudoxe qu'ils avaient étudié ensemble.

« Calippe, poursuit Simplicius [4], vint à Athènes, où il entretint un habituel commerce avec Aristote ; c'est avec Aristote qu'il entreprit de redresser et de compléter la théorie astronomique imaginée par Eudoxe. » Il fut conduit ainsi, comme nous l'allons voir, à joindre un certain nombre d'orbes sphériques à ceux qu'Eudoxe avait admis. « Mais il n'existe [5] aucun écrit de Calippe où celui-ci explique pour quelle raison ces sphères ont été ajoutées, et cette raison, Aristote ne l'expose pas davantage. Toutefois, Eudème nous conte brièvement quels sont les phénomènes en vue desquels il crut nécessaire d'introduire ces sphères nouvelles ; il rapporte en effet que Calippe disait : Si les durées qui s'écoulent entre les solstices et les équinoxes sont aussi différentes les unes des autres que le pensent Euctémon et Méton, les trois sphères qui sont attribuées à chacun des deux astres (le Soleil et la Lune) ne suffisent pas, en ce qui les concerne, à sauver les apparences (σώζειν τὰ φαινόμενα), et cela en raison de l'anomalie qui se manifeste d'une manière évidente dans leurs mouvements apparents. »

Calippe avait reconnu clairement que le système d'Eudoxe ne pouvait rendre compte de l'inégalité des saisons ; avant de chercher à sauver cette anomalie, il voulut d'abord, selon les préceptes d'une saine méthode, en demander à l'observation une évaluation précise ; il reprit donc les déterminations qu'avaient faites Euctémon et Méton, et le *Papyrus d'Eudoxe* nous a fort heureusement conservé les durées qu'il fut ainsi conduit à donner aux

1. Simplicius, *loc. cit.*, éd. Karsten, p. 221, col. a ; éd. Heiberg, p. 493.
2. Simplicius, *loc. cit.*, éd. Karsten, p. 226, col. a ; éd. Heiberg, p. 505.
3. Simplicius, *loc. cit.*, éd. Karsten, p. 221, col. a ; éd. Heiberg, p. 493.
4. Simplicius, *ibid.*
5. Simplicius, *loc. cit.*, éd. Karsten, p. 223, col. a ; éd. Heiberg, p. 497.

quatre saisons ; voici ces durées ; nous avons inscrit en regard [1] les valeurs que les formules actuelles fournissent lorsqu'on les applique à l'an 330, au voisinage duquel furent faites les observations de Calippe.

Noms des saisons	Durées des saisons	
	Selon Calippe	Selon les modernes
Printemps	94 jours	94,17 jours
Été.	92 »	92,08 »
Automne	89 »	88,57 »
Hiver	90 »	90,44 »

Bien plus exactes que celles de Méton et d'Euctémon, les déterminations de Calippe méritent d'être louées pour leur justesse. « En aucun cas, fait remarquer G. Schiaparelli, l'erreur de Calippe n'atteint la moitié d'une journée ; les durées assignées, en son parapegme, aux diverses saisons, sont les plus exactes qui se puissent donner, si on les veut exprimer par des nombres entiers de jours. »

Pour sauver l'anomalie zodiacale du Soleil, pour sauver bon nombre d'autres phénomènes présentés par les astres errants, Calippe fut amené à compliquer notablement le système d'Eudoxe ; au Soleil comme à la Lune, il attribua deux sphères de plus que son prédécesseur, ce qui porta à cinq le nombre des orbes de chacun de ces deux astres ; Mercure, Vénus et Mars eurent également cinq orbes ; Jupiter et Saturne gardèrent chacun les quatre orbes qu'Eudoxe leur avait assignés. Le nombre des orbes planétaires fut ainsi porté à 33 ; il était seulement de 26 dans le système d'Eudoxe.

Tels sont les seuls renseignements que nous possédions au sujet du système de Calippe. Ils nous ont été conservés par Aristote [2]. Simplicius, après avoir cité Aristote, ajoute [3], comme nous l'avons vu plus haut, qu'il n'existe, à sa connaissance, aucun écrit où soit expliqué le rôle de ces diverses sphères. La divination de

1. D'après G. Schiaparelli, *loc. cit.*, p. 162.
2. Aristote, *Métaphysique*, livre XI, chapitre VIII (Aristotelis *Opera*, éd. Bekker, vol. II, p. 1073, col. b, et p. 1074, col. a).
3. Simplicius, *loc. cit.*, éd. Karsten, p. 223, col. a ; éd. Heiberg, p. 497.

ce rôle, tentée par G. Schiaparelli [1], est donc purement conjecturale.

VIII

LES SPHÈRES COMPENSATRICES D'ARISTOTE

Aux sphères nouvelles que Calippe avait déjà introduites dans l'Astronomie d'Eudoxe, Aristote proposa [2] d'en adjoindre un grand nombre d'autres ; mais les raisons qui le guidaient en cette intention étaient toutes différentes de celles qui avaient conduit Calippe. Calippe, pur astronome, s'était contenté d'imaginer des combinaisons de rotations uniformes qui fussent propres à sauver les mouvements apparents des planètes. Aristote, philosophe, voulait que ces combinaisons fussent telles que les principes de sa Physique en permissent la réalisation dans la nature.

Selon Eudoxe et Calippe, le système de chacun des astres errants se compose de plusieurs orbes contigus ; chacun des orbes est animé d'une rotation propre et participe, en outre, des rotations de tous les orbes qui sont situés au-dessus de lui. Eudoxe et Calippe ont combiné chacun de ces systèmes en vue de rendre compte du mouvement apparent de l'astre auquel il est attribué ; mais ils l'ont traité comme un mécanisme entièrement indépendant ; ils ne se sont pas demandé comment les divers mécanismes imaginés par eux pourraient prendre place dans l'Univers de telle manière qu'ils formassent un tout, et que, cependant, l'indépendance du mouvement de chacun d'eux fût sauvegardée.

C'est ce problème qui a sollicité l'attention d'Aristote.

Les groupes d'orbes relatifs aux divers astres doivent tous avoir la Terre pour centre ; ils seront donc disposés autour de la Terre, de manière à se contenir les uns les autres. Aristote les range, d'ailleurs, dans le même ordre que Platon ; en s'élevant à partir de la Terre, on rencontrerait d'abord les orbes de la Lune, puis ceux du Soleil, puis ceux de Mercure, de Vénus, de Mars, de Jupiter et de Saturne, enfin le ciel des étoiles fixes.

Ces groupes d'orbes sont-ils isolés les uns des autres par des intervalles vides ? Aristote n'admet aucunement la possibilité du vide. Sont-ils donc contigus ? Mais alors, de même qu'en chaque système partiel, un orbe participe des rotations de tous les orbes

1. G. Schiaparelli, *loc. cit.*, pp. 158-164.

2. Aristote, *Métaphysique*, livre XI, ch. VIII (Aristotelis *Opera*, éd. Bekker, vol. II, p. 1074, col. a).

situés au-dessus de lui, de même, dans l'Univers, chaque système suivra les rotations de tous les systèmes qui l'enveloppent, et l'indépendance supposée par Eudoxe et par Calippe ne sera pas sauvegardée ; on ne pourra plus dire, avec l'*Épinomide*, que les huit puissances du ciel sont sœurs et qu'aucune d'elles ne mène les autres.

Un seul moyen subsiste, sinon de rétablir cette indépendance, du moins, d'obtenir un effet équivalent, et c'est celui que va employer Aristote. Il consiste à interposer, entre deux systèmes successifs, un certain nombre d'orbes animés de rotations telles qu'elles compensent exactement, pour le système intérieur, l'effet des rotations du système extérieur. Ces sphères annexes, Aristote les nomme *sphères tournant à rebours* (ἀνελιττούσαι σφαῖραι) ; Simplicius nous apprend [1] que Théophraste, en ses *Physiques*, les nommait sphères *ramenantes* (ἀνανταφερούσαι).

Si l'on veut compenser exactement, pour le système inférieur, toutes les rotations du système supérieur, il suffira de placer entre ces deux systèmes des orbes en nombre égal aux orbes du système supérieur, puis de faire correspondre chacun des orbes annexes à chacun des orbes du système supérieur de telle manière que les deux sphères correspondantes tournent autour du même axe, avec la même vitesse angulaire, mais en sens contraire l'une de l'autre.

Aristote a fort bien vu qu'il n'était pas nécessaire d'employer autant de sphères que cette méthode l'exigerait ; au lieu de maintenir, en effet, entre les divers systèmes, une indépendance absolue, de telle sorte que chacun d'eux se meuve comme si les autres n'existaient pas, il n'y a aucun inconvénient à supposer qu'ils se transmettent les uns aux autres la rotation diurne, puisqu'ils doivent tous prendre part à cette rotation.

Par exemple, il ne sera pas nécessaire de mettre de sphère compensatrice entre le ciel des étoiles fixes et le système de Saturne ni d'attribuer à Saturne un premier orbe mû du mouvement diurne ; la sphère des étoiles fixes pourra jouer ce rôle ; et il semble bien qu'Aristote ait voulu qu'il en soit ainsi, car cela s'accorde avec le dénombrement que nous lui verrons faire.

Le système de Saturne communiquerait au système de Jupiter un nombre de rotations égal au nombre des sphères que Calippe lui attribue, c'est-à-dire à quatre ; si l'on veut compenser les rotations de toutes ces sphères, sauf la révolution diurne issue de la première, on devra placer entre le ciel de Saturne et le ciel de

1. Simplicius, *loc. cit.*, éd. Karsten, p. 225, col. b ; éd. Heiberg, p. 504.

Jupiter des sphères ramenantes dont le nombre soit inférieur d'une unité à celui des orbes de Saturne ; et c'est ce qu'Aristote dit d'une manière très précise.

Mais, cela fait, les quatre orbes qui meuvent Saturne et les trois sphères ramenantes communiqueront au système de Jupiter un mouvement réduit au mouvement diurne ; il faudra donc supprimer le premier des orbes attribués par Calippe à Jupiter ; en sorte que l'introduction des trois sphères compensatrices entre le ciel de Saturne et le ciel de Jupiter devra augmenter seulement de deux unités le nombre des orbes imaginés par Calippe. Cela, Aristote ne l'a pas vu. Sosigène qui, en son traité Περὶ τῶν ἀνελιττουσῶν, avait fait, du mécanisme des sphères compensatrices, une étude très détaillée, le reproche au Philosophe. « Pour retrouver le nombre qu'indique Aristote, il faut, dit-il, compter deux fois la même sphère. » Simplicius nous a conservé l'analyse [1] et la critique [2] de Sosigène.

Grâce à cette inadvertance, Aristote a mis trois sphères compensatrices entre le ciel de Saturne et le ciel de Jupiter, trois autres entre le ciel de Jupiter et celui de Mars, quatre en chacun des intervalles laissés par les cieux suivants ; il a été amené de la sorte à compter, dans l'Univers, cinquante-cinq orbes distincts ; selon la remarque de Sosigène, il n'en eût dû compter que quarante-neuf.

« C'est seulement de la sorte, déclare le Philosophe, que le mouvement des astres errants parvient à être complètement réalisé. — Οὕτω γὰρ μόνως ἐνδέχεται τὴν τῶν πλανητῶν φορὰν ἅπαντα ποιεῖσθαι. »

Ainsi fut donc achevée, au gré d'Aristote, cette Astronomie des sphères homocentriques, appelée à être la première des théories physiques. Pour la première fois, en effet, dans la constitution de cette théorie, on vit le géomètre partir d'un certain nombre de principes simples qui lui étaient donnés d'ailleurs et, conformément à ces principes, construire un système mathématique hypothétique, retoucher, compliquer ce système jusqu'à ce qu'il sauvât avec une exactitude suffisante les apparences décrites par les observateurs.

Lorsque l'observation eût fait connaître des phénomènes que tout système de sphères homocentriques était, à tout jamais, impuissant à sauver, les astronomes géomètres acceptèrent d'autres

1. Simplicius, *loc. cit.*, éd. Karsten, p. 223, col. a, à p. 225, col. b ; éd. Heiberg, p. 498 à p. 504.
2. Simplicius, *loc. cit.*, éd. Karsten, p. 225, col. a ; éd. Heiberg, p. 502.

principes et, à l'aide de ces nouveaux principes, combinèrent de nouvelles hypothèses ; mais la méthode qu'ils suivirent pour construire de nouveaux systèmes astronomiques ne différa pas de celle qui avait servi à édifier le système des sphères homocentriques.

Cette méthode, on ne tarda guère à la transporter de l'Astronomie aux autres parties de la Physique ; l'auteur des *Questions mécaniques* attribuées à Aristote tenta de l'appliquer à l'équilibre des corps solides pesants et, à cette science de l'équilibre des solides pesants, Archimède donna une forme rationnelle d'une rare perfection ; cette forme admirable, il l'étendit, en suivant toujours la même méthode, à l'équilibre des liquides et à celui des corps flottants.

Euclide montra de son côté comment la seule hypothèse de l'égalité entre l'angle d'incidence et l'angle de réfraction suffisait à sauver les phénomènes que présentent les miroirs plans, concaves ou convexes.

Ainsi, deux siècles avant notre ère, l'Astronomie, la Science de l'équilibre des poids, une partie de l'Optique avaient pris la forme de théories mathématiques précises, désireuses de satisfaire aux exigences du contrôle expérimental ; beaucoup de parties de la Physique n'ont, à leur tour, revêtu cette forme qu'après de longs siècles de tâtonnements ; mais, pour le faire, elles n'ont eu qu'à suivre la méthode par laquelle les premières étaient parvenues à l'état de théories rationnelles.

L'attribution du titre de créateur de la méthode des sciences physiques a donné lieu à bien des querelles ; les uns ont voulu le donner à Galilée, les autres à Descartes, d'autres encore à François Bacon, qui est mort sans avoir jamais rien compris à cette méthode. En vérité, la méthode des sciences physiques a été définie par Platon et par les Pythagoriciens de son temps avec une netteté, une précision qui n'ont pas été surpassées ; elle a été appliquée pour la première fois par Eudoxe lorsqu'il a tenté, en combinant des rotations de sphères homocentriques, de sauver les mouvements apparents des astres.

CHAPITRE IV

LA PHYSIQUE D'ARISTOTE

I

LA SCIENCE SELON ARISTOTE

Dès le siècle de Périclès, la pensée hellénique avait conçu avec une admirable netteté cette forme de la Science que nous nommons aujourd'hui Physique théorique ou Physique mathématique ; elle avait compris comment le géomètre peut poser, au début de sa recherche, un petit nombre d'hypothèses simples et précises ; comment il peut, sur ces fondements, élever, à l'aide de la déduction, un système apte à sauver toutes les apparences que la perception sensible a reconnues en observant les choses naturelles.

Au système, logiquement construit, que le géomètre a édifié, quelle valeur convient-il d'accorder ? N'est-il qu'un agencement artificiel, habilement combiné en vue de représenter les apparences, mais sans aucun lien avec les réalités que ces apparences recouvrent ? Est-il, au contraire, un aperçu de ces réalités, une vue des choses capable de pénétrer plus loin que la perception sensible ? A cette question, des réponses bien différentes sont données par les diverses écoles.

L'opinion de Platon, en ce point, est fort nette ; entre la perception sensible et l'intuition, moins haute que celle-ci, mais incomparablement plus élevée que celle-là, se place la méthode géométrique ; tandis que la perception sensible saisit seulement des accidents perpétuellement variables, des apparences qui sont aujourd'hui et qui, demain, auront disparu, la Géométrie connaît

des objets permanents et éternels, des réalités ; par l'étude de ces objets immuables, elle prépare nos âmes à l'usage de l'intuition qui peut seule contempler les essences et, en particulier, l'essence par excellence, le Bien suprême.

Cette doctrine platonicienne est caractérisée par la méfiance qu'elle professe à l'égard des données de la perception sensible ; ces données sont réputées incertaines parce que les accidents qu'elles nous révèlent sont perpétuellement changeants ; l'immutabilité est regardée comme la marque propre de la réalité ; il n'y a donc connaissance de ce qui est réellement, il n'y a science digne de ce nom, que là où les choses connues sont immuables et éternelles, comme le sont les vérités de la Géométrie, comme le sont les idées que contemple l'intuition.

Comment pourrait-on trouver trace d'une semblable opinion en une doctrine, si cette doctrine place en la perception sensible le principe de toute connaissance de la réalité, si elle proclame le sens infaillible lorsque à l'aide d'organes sains, il perçoit le sensible qui lui est propre, si elle ne veut rien mettre en l'intelligence dont le sens n'ait d'abord eu la possession ? Or telle est la doctrine péripatéticienne. Comparée à la doctrine platonicienne, elle nous apparaît comme une réhabilitation de la perception sensible, de l'expérience, aux dépens du raisonnement géométrique et de l'intuition.

Afin de comprendre exactement ce qu'Aristote va dire de la Science qui nous intéresse ici en particulier, de la Science physique, examinons d'abord ce qu'il pense de la Science en général. Nous le saurons par l'étude des deux livres que le Stagirite avait consacrés à l'analyse logique de la démonstration et qui ont, après lui, reçu le nom de *Seconds* ou de *Derniers analytiques* (Ἀναλυτικὰ δεύτερα ou ὕστερα).

Quelles sont les conditions essentielles de toute démonstration destinée à donner la connaissance scientifique de quelque vérité ? Il faut [1] que les principes dont se tire cette démonstration soient *premiers* et qu'ils nous soient connus sans démonstration. Il faut, en effet, qu'ils nous apparaissent comme les causes de la conclusion ; pour cela il est nécessaire qu'ils la précèdent, qu'ils soient avant elle (πρότερα) et qu'ils soient mieux connus qu'elle (γνωριμώτερα). Mais ces conditions ne sont pas exemptes d'ambiguïté et demandent explication. Autre chose est, en effet, pour une vérité,

1. Aristote, *Seconds Analytiques,* livre I, ch. II (Aristotelis *Opera omnia,* éd. Ambroise Firmin-Didot, Parisiis, 1848 ; t. I, p. 122 ; éd. Bekker, Berolini, 1831, vol. I, p. 71, col. b).

d'en précéder une autre par nature, autre chose de la précéder dans l'ordre où nos connaissances sont acquises ; autre chose est, pour la première vérité, d'être susceptible, par soi, d'être mieux connue que la seconde, autre chose de nous être plus aisément connue. « Par rapport à nous, les choses qui sont les premières et les mieux connues, ce sont les choses qui sont les plus voisines de la perception sensible ; celles qui, en elles-mêmes (ἁπλῶς, *simpliciter*), sont les premières et les mieux connues, ce sont celles qui sont les plus éloignées de cette perception. Celles, en effet, qui sont les plus éloignées du sens sont les plus universelles ; celles, au contraire, qui sont les plus voisines du sens, sont les choses singulières ; or les choses universelles et les choses singulières s'opposent les unes aux autres. »

Les vérités qui sont, par elles-mêmes, les premières et les plus connues doivent servir de principes à la démonstration. De là cette conséquence : Les connaissances les plus exactes et les plus vraies sont précisément celles que l'homme a le plus de peine à acquérir ; « Les sciences extrêmement générales [1] sont celles que les hommes ont le plus de peine à connaître, et ils ne les connaissent que par à-peu-près, car elles sont les plus éloignées des sens ; les sciences les plus certaines sont celles qui portent sur les choses premières. »

Il n'y a donc de science démonstrative que des choses universelles [2] ; partant, le sens ne nous donne la science de rien, car il ne nous fait connaître que des choses singulières. Une science pourra prétendre à des démonstrations d'autant plus générales et certaines, elle excellera d'autant plus qu'elle portera sur des sujets plus éloignés de la perception sensible. « Cette science-là [3], qui traite de ce qui n'est pas soumis au sens (μὴ καθ' ὑποκειμένου), est meilleure que celle qui traite de ce qui est soumis aux sens (καθ' ὑποκειμένου) ; ainsi l'Arithmétique est meilleure que l'Harmonie ».

Ces diverses citations, dans lesquelles s'affirme la supériorité que la science de l'universel possède sur la connaissance sensible des choses singulières, ne paraissent pas, jusqu'ici, mettre Aristote en contradiction avec Platon ; elles semblent, en effet, reléguer la perception sensible à une très humble place. Si nous ne les complétions, elles nous donneraient une idée bien fausse de l'impor-

1. ARISTOTE, *Métaphysique*, livre I, ch. II (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 470 ; éd. Bekker, vol. II, p. 982, col. a).
2. ARISTOTE, *Seconds Analytiques*, livre I, ch. XXXI (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. I, p. 150 ; éd. Bekker, vol. I, p. 87, col. b).
3. ARISTOTE, *Seconds Analytiques*, livre I, ch. XXVII (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. I, p. 149 ; éd. Bekker, vol. I, p. 87, col. a).

tance primordiale que le Stagirite attribue au sens, à l'αἴσθησις.

La science des choses universelles s'acquiert par démonstration et toute démonstration prend pour point de départ des vérités premières qui sont indémontrables. Mais ces vérités premières, comment en avons-nous connaissance ? A cette question capitale, écoutons la réponse si explicite que donne Aristote [1] :

« Il est manifeste que là où la perception sensible (αἴσθησις) ferait défaut, la science démonstrative (ἐπιστήμη) ferait, elle aussi, nécessairement défaut, car il serait impossible de l'acquérir. Nous apprenons, en effet, soit par induction (ἐπαγωγή), soit par déduction (ἀπόδειξις). La déduction part des vérités universelles, l'induction des vérités particulières. Mais il est impossible d'acquérir la contemplation des vérités universelles, si ce n'est par induction. Les notions mêmes qui sont dites provenir de l'abstraction (ἀφαίρεσις) ne sont connaissables que par induction ; cela résulte de ce que ces choses existent en des sujets particuliers, et qu'elles ne sont point séparables de chacun des sujets particuliers considérés comme tels. On ne saurait donc instruire ceux qui seraient dépourvus de perception sensible ; les choses singulières, en effet, ne peuvent être connues que par les sens ; on n'en saurait acquérir une science démonstrative. D'autre part, on ne saurait connaître l'universel, si ce n'est par induction, ni pratiquer l'induction en dehors de la perception sensible. »

En quoi consiste cette induction qui, de la perception sensible des choses singulières, nous conduit à la connaissance de l'universel ? Déjà, en ce que nous venons de lire, Aristote nous l'a laissé entrevoir : L'universel n'existe que dans les objets singuliers ; il n'en peut être distingué que par abstraction ; mais cette séparation ne saurait être effectuée tant que l'objet singulier demeure tel. Cette pensée appelle tout naturellement son complément : Pour que l'abstraction parvienne au discernement de l'universel, il faut que le sens ait perçu une foule d'objets singuliers et les ait comparés entre eux. « Si nous nous trouvions sur la Lune, dit le Stagirite [2], et que nous vissions la Terre interposée entre le Soleil et nous, nous ne comprendrions pas pour cela la cause de l'éclipse de Lune ; nous constaterions que la Lune est actuellement éclipsée, mais nous ne saurions aucunement pourquoi elle l'est, car il n'y a pas de perception sensible de l'uni-

1. ARISTOTE, *Seconds Analytiques*, livre I, ch. XVIII (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. I, p. 139 ; éd. Bekker, vol. I, p. 81, coll. a et b).
2. ARISTOTE, *Seconds Analytiques*, livre I, ch. XXXI (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. I, p. 250 ; éd. Bekker, vol. I, p. 87, col. b, et p. 88, col. a).

versel. Mais si nous observions fort souvent ce même événement en y pourchassant ce qui s'y trouve d'universel, nous finirions par en acquérir la science démonstrative. Par l'observation d'un grand nombre d'objets singuliers, l'universel est mis en évidence. Ἐκ γὰρ τῶν καθ' ἕκαστα πλειόνων τὸ καθόλου δῆλον. »

Plus loin [1], Aristote analyse le mécanisme de cette opération par laquelle l'observation répétée des choses singulières engendre en nous la connaissance de l'universel. « De la perception sensible, naît le souvenir. Du souvenir maintes fois répété d'un même événement, naît l'expérience (ἐμπειρία) ; en effet, des souvenirs multiples, mais qui ne diffèrent que numériquement, constituent une expérience unique (πολλαὶ μνῆμαι τῷ ἀριθμῷ ἐμπειρία μία ἐστίν). Mais l'expérience, c'est l'universel qui demeure encore en repos [et latent] au sein de l'âme, c'est ce qui est unique à côté de la multiplicité des souvenirs ; car il se retrouve en chacun de ces souvenirs, toujours un et toujours le même. Tout cet universel, c'est le principe de la connaissance technique (τέχνη) et de la science démonstrative (ἐπιστήμη) ; de la connaissance technique, si l'objet recherché est la production d'une œuvre ; de la science démonstrative, si cet objet est l'être. ».

La connaissance des vérités universelles n'est donc nullement, comme le voulait Platon, réservée à une intuition (νόησις) entièrement détachée de la connaissance sensible ; c'est l'induction qui les abstrait de l'expérience, c'est-à-dire des données de la perception sensible conservées en la mémoire.

Et cependant, cette connaissance des principes, qu'Aristote nomme [2] l'intelligence (νοῦς), est la plus sûre de nos connaissances ; elle est plus certaine encore que la science déductive (ἐπιστήμη), car il faut que les principes soient mieux connus que ce qu'ils servent à démontrer.

II

LA PHYSIQUE ET SES RELATIONS AVEC LA MATHÉMATIQUE ET LA MÉTAPHYSIQUE

De la doctrine dont nous venons de retracer les lignes essentielles, voyons comment use Aristote pour définir l'objet de la Physi-

1. Aristote, *Seconds Analytiques*, livre II, ch. XV [XIX] (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 170 ; éd. Bekker, vol. I, p. 100, col. a et b).
2. Aristote, *Seconds Analytiques*, livre II, ch. XV [XIX] (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. I, p. 171 ; éd. Bekker, vol. I, p. 100, col. b).

que [1], et pour déterminer les rapports de cette science avec les deux autres branches de la Philosophie spéculative, avec la Mathématique et la Théologie.

S'il n'y a de science que des réalités, et si toute réalité est nécessairement immuable, il n'y a de science que des choses immuables ; la Mathématique, étude des propriétés invariables des nombres et des figures, et la Théologie, contemplation intuitive des idées éternelles, étaient les deux seules sciences qu'un platonicien pût reconnaître ; par un audacieux renversement des dogmes les plus essentiels du Platonisme, Aristote définit une troisième science, la Physique.

Dans les choses, Platon avait distingué entre les accidents et les principes. Les accidents, qui sont seuls soumis à la perception sensible, sont perpétuellement changeants ; ils sont sujets à la génération et à la destruction. Les principes sont permanents, ils ne naissent point et ne meurent point ; ils sont figures, accessibles au raisonnement géométrique, et idées, objets d'intuition.

Cette théorie de son maître, Aristote la combat sans relâche. « Il n'est rien qui soit corruptible par l'accident [2]. L'accident, en effet, c'est ce qui peut ne pas être ; la corruptibilité, au contraire, résulte des propriétés qui appartiennent nécessairement aux choses où cette corruptibilité existe ; sinon, une même chose pourrait être tantôt corruptible, et tantôt incorruptible lorsque ce par quoi elle est corruptible se trouverait ne pas exister en elle. Il faut donc qu'en chacune des choses corruptibles, la substance même soit corruptible, ou que la corruptibilité réside en la substance. On peut répéter le même discours touchant les choses incorruptibles. »

Aux êtres incorruptibles donc, mais à ceux-là seulement, il convient d'attribuer des principes incorruptibles ; aux choses qui sont sujettes à la naissance, à la transmutation et à la mort, des principes qui naissent, changent et meurent avec elles. C'est une grave

1. La connaissance de la Physique d'Aristote se tire surtout des écrits suivants :

1° Les huit livres de la *Physique* (Φυσικὴ ακρόασις, *physica auscultatio*) ;

2° Les quatre livres du *Traité du Ciel* (Περὶ Οὐρανου, *De Cœlo*) ;

3° Les deux livres du *Traité de la génération et de la destruction* [*des substances*] (Περὶ γενέσεως καὶ φθορᾶς, *De generatione et corruptione*).

4° La *Science des météores* (Μετεωρολογικά), composée de quatre livres dont le dernier est d'une authenticité douteuse).

5° Les treize livres qu'Aristote désignait comme traitant *De la philosophie première* (Περὶ τῆς πρώτης φιλοσοφίας) et que, depuis Nicolas de Damas, on désigne sous le nom de *Métaphysique* (Μετὰ τὰ φυσικά).

2. Aristote, *Métaphysique*, livre IX, ch. X (Aristotelis *Opera*, éd. Firmin-Didot, t. II, p. 184 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1059, col. a).

erreur de donner pour substance première, à des êtres changeants et incorruptibles, des idées immuables et éternelles.

Lorsque les partisans des doctrines platoniciennes « discourent des apparences [1], ils formulent des propositions qui ne s'accordent pas avec ces apparences. La cause en est qu'ils choisissent mal les principes premiers, et cela parce qu'ils veulent tout contraindre à se conformer à certaines opinions bien arrêtées. Or, il est également nécessaire que les principes des choses sensibles soient sensibles, que ceux des choses éternelles soient éternels, que ceux des choses corruptibles soient corruptibles ; il faut, d'un manière absolument générale, que les principes soient homogènes aux êtres qu'ils dominent. — Δεῖ γὰρ... εἶναι τὰς ἀρχάς... ὅλως ὁμογενεῖς τοῖς ὑποκειμένοις. »

Il n'est donc pas sensé d'attribuer aux corps qui tombent sous les sens des principes que la raison seule peut concevoir ; au feu qui échauffe les corps, qui les fond, qui les brûle, de donner comme substance une pure figure de Géométrie, le tétraèdre régulier. « Cet effort pour transformer les corps simples en figures géométriques est absolument déraisonnable [2] ». Aristote multiplie les objections à l'encontre d'une telle tentative qu'il juge absurde.

Sans doute, Aristote, comme Platon, proclame [3] évidente cette vérité qu'il n'y a pas de science de ce qui est accidentel : « Ὅτι δ'ἐπιστήμη οὐκ ἔστι τοῦ συμβεβηκότος, φανερόν. » Mais il n'en conclut pas avec Platon qu'il n'y a pas de science de ce qui peut naître et périr ; car sous la génération et la corruption des accidents sont des causes et des principes qui, eux aussi, naissent et meurent [4] : « Ὅτι δ' εἰσὶν ἀρχαὶ καὶ αἴτια γεννητὰ καὶ φθαρτὰ ἄνευ τοῦ γίγνεσθαι καὶ φθείρεσθαι, φανερόν. » Ces principes, ces causes sont objets de science ; et cette Science, dont la possibilité même est incompatible avec les dogmes essentiels du Platonisme, c'est la Physique.

Quel est donc le genre d'êtres que cette Physique va étudier ? Elle étudiera [5] l'être « dont la substance contient le principe du mouvement ou de l'arrêt de mouvement qui se produit en elle —

1. Aristote, *De Cœlo*, lib. III, cap. VII (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 421 ; éd. Bekker, vol. I, p. 306, col. a).
2. Aristote, *De Cœlo*, lib. III, cap. VIII (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 421 ; éd. Bekker, vol I, p. 307, col. a).
3. Aristote, *Métaphysique*, livre V, ch. II (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 536 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1027, col. a). Cf. *Seconds Analytiques* livre I, ch. VI (Aristotelis *Opera*, éd Didot, t I, p. 128 ; éd. Bekker, vol. I, p. 75, col. a)
4. Aristote, *Métaphysique*, livre V, ch. I (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 526 ; éd Bekker, vol II, p. 1027, col. a).
5. Aristote, *Métaphysique*, livre V, ch. I (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, pp. 534-535 ; éd. Bekker, vol. II, p 1025, col. b).

Οὐσία ἐν ᾗ ἡ ἀρχὴ τῆς κινήσεως καὶ στάσεως ἐν αὐτῇ. » « Ses spéculations auront pour objet l'être qui peut être mû — Θεωρητικὴ περὶ τοιοῦτον ὂν ὅ ἐστι δυνατὸν κινεῖσθαι. »

Mais, en affirmant ainsi que l'objet de la Physique, c'est l'être mobile par essence, c'est-à-dire, au sens très général que le terme *mobile* prend en la Philosophie d'Aristote, l'être dont la substance est sujette au changement, on ne définirait pas d'une manière assez précise la nouvelle science ; la Mathématique, en effet, peut, elle aussi, étudier l'être mobile. Afin de séparer sans ambiguïté possible la Physique de la Mathématique, nous marquerons la première discipline d'un nouveau caractère ; l'essence qu'elle étudiera ne sera pas seulement mobile ; bien qu'en général concevable par la raison, elle sera inséparable de la matière : « Θεωρητικὴ περὶ τοιοῦτον ὂν ὅ ἐστι δυνατὸν κινεῖσθαι, καὶ περὶ οὐσίαν τὴν κατὰ τὸν λόγον ὡς ἐπὶ τὸ πολύ, οὐ χωριστὴν μόνον. » A la différence de la Géométrie, dont les spéculations peuvent porter sur des objets mobiles, mais qui sont alors séparés de toute matière, les objets mobiles que la Physique considère sont étudiés non comme des êtres séparés, mais comme des êtres qui résident en la matière et lui sont unis : Οὐ χωριστὰ, ἀλλ' ὡς ἐν ὕλῃ.

Si donc il n'existait pas d'autres êtres que ceux qui sont inséparables de la matière et sujets au changement, la Physique serait la première des Sciences. Mais il est un être immobile, immuable, éternel, distinct de la matière. Cet être est l'objet d'une science supérieure à la Physique, de la Science des choses divines. Cette science, ainsi définie par son objet, Aristote la nomme [1] la Théologie ou la Philosophie première.

Tandis que la Physique étudie l'être en tant qu'il est sujet au changement, en tant qu'il réside en la matière, la Philosophie première s'élève à un point de vue beaucoup plus général ; elle étudie [2] l'être non plus en tant que matériel et mobile, mais simplement en tant qu'être ; elle examine ce que c'est que l'être, elle recherche ce qui se trouve nécessairement en tout être : « Περὶ τοῦ ὄντος ᾗ ὂν ταύτης ἂν εἴη θεωρῆσαι, καὶ τί ἐστι καὶ τὰ ὑπάρχοντα ᾗ ὄν. »

Platon, lui aussi, admettait l'existence d'une Science des choses divines, d'une Théologie, d'une contemplation du Bien suprême. Mais, pour atteindre à cette contemplation, l'esprit devait recourir à l'intuition ; il devait user d'un mode de connaissance incom-

1. ARISTOTE, *loc. cit.* (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 535 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1026, col. a).
2. ARISTOTE, *loc. cit.* Cf. : *Métaphysique*, livre X, ch. III et ch. IV (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 588 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1027).

parablement plus élevé que la perception sensible, par laquelle il connaît les choses soumises à la naissance, au changement et à la mort.

Cette opposition entre la faculté par laquelle nous acquérons la connaissance des êtres corruptibles et celle par laquelle nous atteignons la Science des choses divines, Aristote la proscrit absolument. La Philosophie première s'élève au-dessus de la Physique par la généralité de l'objet qu'elle considère, non par la méthode qu'elle suit pour parvenir à connaître cet objet. Elle se distingue de la Physique[1] de la même manière que les Mathématiques se distinguent de cette science, par une abstraction poussée plus loin.

Les Mathématiques considèrent les mêmes êtres que la Physique ; mais, en ces êtres, elles suppriment tout ce qui est sensible, la gravité ou la légèreté, la dureté ou la mollesse, le chaud ou le froid, pour n'y plus considérer que la grandeur et la continuité ; par cette abstraction, elles constituent l'objet propre de leur spéculation. De même, la Physique, étudie les êtres et leurs principes non pas en tant qu'êtres, mais en tant qu'ils sont mobiles, qu'ils sont sujets au changement, qu'ils peuvent s'engendrer ou périr. Par une abstraction plus radicale, la Philosophie première délaisse en ces êtres tout ce qui est génération, modification, corruption ; purement et simplement, elle les considère en tant qu'êtres et, par là, s'élève à la connaissance générale de l'être.

Visiblement, la Physique est la science dont l'abstraction tirera les autres doctrines spéculatives. Or, la Physique est dominée par la perception sensible. Non seulement la perception sensible est le point de départ de la Physique, mais elle en est encore la fin. La Physique ne se contente pas de tirer ses principes des données que les sens lui fournissent ; elle choisit aussi ses principes de telle manière que les conséquences qui en découlent continuent à s'accorder avec le témoignage des sens. Écoutons en quels termes[2] Aristote gourmande les Platoniciens qui ne consentent pas à suivre cette méthode et refusent d'emprunter aucun principe à l'expérience des sens :

« Lorsqu'ils discourent de ce qui apparaît aux sens, il leur arrive de dire des choses qui ne s'accordent nullement avec ce que l'on constate. Le cause en est qu'ils ne choisissent pas convenable-

1. Aristote, *Métaphysique*, livre X, ch. III et ch. IV (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, p. 588 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1027).
2. Aristote, *De Cœlo* lib. III, cap. VII (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 421 ; éd. Bekker, vol. I, p. 306, col. a).

ment les premiers principes..... Par suite de la prédilection qu'ils ont pour ces principes [choisis par eux], ils semblent se comporter exactement comme ces gens qui, dans les discussions, gardent coûte que coûte leurs positions ; ils laissent passer tout ce qui advient, convaincus qu'ils possèdent les vrais principes ; comme s'il n'était pas nécessaire de choisir certains principes selon les événements, et surtout selon la fin que l'on veut atteindre ! Or, la fin d'une connaissance technique, c'est l'œuvre à produire ; de même, la fin de la Physique, c'est ce que la perception sensible nous fait apparaître toujours et d'une manière assurée — Τέλος δὲ τῆς μὲν ποιητικῆς ἐπιστήμης τὸ ἔργον, τῆς δὲ φυσικῆς τὸ φαινόμενον ἀεὶ κυρίως κατὰ τὴν αἴσθησιν. »

La source de la certitude en Physique ne découle pas de la raison, mais de l'expérience. Aristote raille [1] « ceux qui regardent le motif de la confiance comme n'étant pas tiré des choses qui nous apparaissent par les sens, comme étant bien plutôt déduit de leurs raisonnements — Τὸ πιστὸν οὐκ ἐκ τῶν φαινομένων ἀθροῦσιν ἀλλὰ μᾶλλον ἐκ τῶν λόγων. » Ceux-là « ne cherchent pas à découvrir des causes et à combiner des raisonnements en vue des apparences sensibles ; mais ils tirent à eux ces apparences, dans le sens des opinions et des raisonnements qui leur sont propres ; ils s'efforcent de les accommoder à ces opinions et à ces raisonnements. »

Ailleurs [2] encore Aristote gourmande les Platoniciens qui pensent expliquer les qualités des corps en les composant de figures géométriques : « La cause, dit-il, pour laquelle ils se montrent peu capables de reconnaître les choses qui peuvent s'accorder les unes avec les autres, c'est leur défaut d'expérience (ἡ ἀπειρία). Plus un esprit a établi sa demeure au sein des choses de la nature, plus il est capable de choisir pour hypothèses des principes tels qu'ils soient aptes à fournir une longue suite de conséquences vérifiées ; mais ceux qui ne sont point capables de discerner, parmi un grand nombre de raisons, celles qui dominent les autres, ceux-là ne tiennent compte que de peu de considérations et se prononcent à la légère. »

La pensée d'Aristote, en ces divers passages, s'affirme avec la plus grande netteté. La Physique a atteint son but lorsque ses conclusions s'accordent avec ce que la perception sensible nous

1. ARISTOTE, *De Caelo*, lib. II, cap. XIII (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 403 ; éd. Bekker, vol. I, p. 293, col. a).

2. ARISTOTE, *De generatione et corruptione*, lib. I, cap. II (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 435 ; éd. Bekker, vol. I, p. 316, col. a).

manifeste d'une manière permanente et certaine. C'est à ce but qu'elle doit tendre constamment lorsqu'elle recherche les causes ; c'est en vue de cette concordance avec les phénomèmes qu'elle doit diriger ses déductions. Donner plus de confiance aux raisonnements construits par nous qu'au témoignage des sens, solliciter les phénomènes afin de les conformer à nos opinions, ce serait folie.

C'est la perception sensible, au gré d'Aristote, qui, seule, imprime la marque de la certitude en la conclusion à laquelle aboutit le raisonnement du physicien ; pour Platon, au contraire, les apparences manifestées par les sens étaient incapables de certitude ; seules pouvaient être tenues pour vraies les propositions que le géomètre leur substituait. Lorsque le mathématicien, à l'aide d'une théorie, sauve les apparences, Platon pensait qu'il laisse découler jusqu'à ces apparences quelque chose de la certitude dont la méthode géométrique est capable ; Aristote croit, au contraire, qu'il fait remonter jusqu'à sa théorie une part de la vérité que les sens ont directement saisie. De la doctrine platonicienne à la doctrine péripatéticienne, on passe en intervertissant les rôles que la théorie mathématique et la perception sensible jouent l'une par rapport à l'autre.

Nous ne nous étonnerons donc pas de voir Aristote attaquer, en toutes circonstances, l'opinion que Platon professait au sujet des Mathématiques.

Platon faisait du raisonnement mathématique une faculté intermédiaire entre la perception sensible et l'intuition. Les êtres qui servent d'objets aux Mathématiques sont, assurément, inférieurs en perfection aux idées que contemple l'intuition ; comme les idées, cependant, ils sont éternels et immuables ; par là, ils surpassent infiniment les accidents périssables et changeants qui sont tout ce que la perception sensible nous peut révéler.

Ces êtres mathématiques, doués d'une réalité incomparablement supérieure à celle des données des sens, Aristote en nie résolument l'existence : « Je dis donc [1] que certains philosophes, outre les idées et les choses sensibles, admettent l'existence d'êtres mathématiques ; en sorte qu'ils en font une troisième sorte d'êtres, en dehors des idées et des êtres qui sont ici-bas. Mais en dehors de l'homme en soi et des hommes particuliers, du cheval en soi et des chevaux en particulier, il n'y a ni un troisième homme, ni un troisième cheval. »

1. ARISTOTE, *Métaphysique*, livre X, ch. I (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 585 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1059, col. b).

La Mathématique ne viendra donc plus se placer entre la connaissance des choses sensibles et la contemplation des idées ; elle ne sera plus, en excellence, supérieure à la Physique ; au-dessus de la Physique, science de l'être mobile, il n'y a que la science de l'être immobile ou la science de l'être en soi, la Théologie ou la Philosophie première ; cet abaissement du rang accordé à la Mathématique se marque déjà en cette phrase d'Aristote [1] : « Il y a trois philosophies théoriques, la Mathématique, la Physique, la Théologie. »

Quelle est donc l'exacte relation de la Mathématique à la Physique ? Cette relation, Aristote ne cesse de la définir et de la préciser.

Les objets que la Mathématique étudie ne sont pas des êtres distincts de ceux qu'étudie la Physique ; les mêmes objets peuvent être soumis aux spéculations du mathématicien et à celles du physicien ; mais celui-ci les considère tels qu'ils sont en réalité, c'est-à-dire comme unis à la matière ; celui-là les analyse après les avoir, par abstraction, séparés de la matière.

« C'est, en effet [2], le propre des êtres mobiles de se prêter à une telle séparation, effectuée par l'intelligence, et cela sans que ceux qui pratiquent une telle abstraction engendrent aucune contradiction, aucune erreur. »

Le physicien prendra pour sujet de ses études le nez courbé, réalisé en chair et en os ; le mathématicien raisonnera sur la courbure abstraite, sans se soucier de savoir si cette courbure se trouve réalisée en un nez ou en aucun autre corps réel.

« Le mathématicien [3] construit sa théorie à l'aide des objets que lui fournit l'abstraction (περὶ τὰ ἐξ ἀφαιρέσεως). Il spécule après avoir retranché tout ce qui tombe sous les sens, telles la gravité ou la légèreté, la dureté ou la mollesse, tels le chaud ou le froid et toutes les qualités sensibles qui s'opposent les unes aux autres ; il ne garde que la quantité et la continuité, pour certains objets suivant une dimension, pour d'autres objets suivant deux dimensions ; les passions diverses dont ces objets peuvent être affectées, il les considère seulement au point de vue de la grandeur et de la continuité ; en ces passions, il n'étudie rien d'autre que cela. »

Non seulement les objets qu'étudie le mathématicien ont été,

1. ARISTOTE, *Métaphysique*, livre V, ch. I (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 535 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1026, col. a).
2. ARISTOTE, *Physique*, livre II, ch. II (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 262 ; éd. Bekker, vol. I, p. 193, col. b).
3. ARISTOTE, *Métaphysique*, livre X, ch. III (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 588 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1061, coll. a et b).

par abstraction, dépouillés de toute qualité sensible autre que la grandeur et la continuité, mais encore, en les étudiant, le mathématicien n'examine pas s'ils sont ou non doués d'une existence réelle. « Lorsque le mathématicien [1] considère quelque partie du sujet qui lui est propre, lorsqu'il raisonne, par exemple, sur les lignes ou sur les angles ou sur les nombres ou sur telles autres grandeurs, il n'étudie pas ces objets en tant qu'existants, mais en tant que chacun d'eux est continu suivant une ou deux ou trois dimensions. »

La Mathématique ne traite donc pas d'autres êtres, et doués de plus de réalité, que ceux dont traite la Physique. Ces deux sciences considèrent les mêmes êtres, mais elles les considèrent à des points de vue différents.

C'est par cette différence de point de vue [2] que des sciences, habituellement regardées comme mathématiques, mais qui sont, bien plutôt, des sciences physiques, savoir la Perspective (c'est-à-dire l'Optique), la Musique et l'Astronomie, s'opposent, en quelque sorte, à une science purement mathématique, telle que la Géométrie. « La ligne que considère la Géométrie est une ligne naturelle ; mais la Géométrie ne l'étudie pas en tant que réalisée dans la nature ; la ligne que, de son côté, considère la Perspective est une ligne mathématique ; mais la Perspective ne l'étudie pas en tant que mathématique ; elle l'étudie en tant que naturelle. »

Des réflexions semblables peuvent être faites au sujet de l'Astronomie qui, en dépit de sa forme géométrique, demeure une science physique. « C'est assurément au physicien [3] qu'il appartient de savoir quelle est la nature du Soleil, quelle de la Lune ; partant, il serait absurde de prétendre qu'il ne doit rien savoir des accidents qui leur arrivent en vertu de leur nature ; aussi voit-on ceux qui raisonnent sur la nature, raisonner également sur la figure du Soleil et de la Lune, examiner si la Terre et le Monde sont sphériques ou non. Le mathématicien traite aussi de ces

1. Aristote, *Métaphysique*, livre X, ch. IV (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 588 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1061, col. b).

2. Aristote, *Physique*, livre II, ch. II (Aristotelis *Opera*. éd. Didot, t. II, p. 263 ; éd. Bekker, vol. I, p. 194, col. a) — Ailleurs [*Métaphysique*, livre XII, ch. III (éd. Didot, t. II, p. 614, éd. Bekker, vol. II, p. 1078, col. a)], Aristote place l'Harmonie et la Perspective au nombre des sciences mathématiques : « Ni l'une ni l'autre, dit-il, ne raisonne sur la vue ou sur la voix en tant que telles, mais sur des lignes et des nombres en tant que lignes et nombres ; ce sont là, en effet, les sujets qui leur sont propres ». Un peu avant [*Métaphysique* livre XII, ch. II (éd. Didot, t. II, p. 612 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1077, col. a)], il avait assimilé l'Astronomie à la Géométrie.

3. Aristote, *loc. cit.* (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 262 ; éd. Bekker, vol. I, p. 193, col. b).

figures, mais non pas en tant qu'elles limitent des corps naturels ; il considère les accidents [des corps célestes], mais il ne recherche pas comment les corps étant de telle nature, tels accidents leur doivent arriver ; par conséquent, il abstrait. »

En ces diverses branches de la Science physique qui ont, par leur forme, l'aspect de Sciences mathématiques, il y a, pour ainsi dire, deux sciences à distinguer ; l'une est la science d'observation ; l'autre est la science qui fait usage de raisonnements empruntés aux diverses parties des Mathématiques. C'est la première qui constate la réalité des phénomènes physiques (τὸ ὅτι) ; la seconde a pour objet de démontrer le *pourquoi* (τὸ διότι) de ces phénomènes, en déduisant des premiers principes de la Science des conclusions conformes aux apparences observées.

« La démonstration du τὸ ὅτι, dit Aristote [1], et la démonstration du τὸ διότι sont de telle sorte que la première soit subordonnée à la seconde ; ainsi en est-il de l'Optique par rapport à la Géométrie, de la Mécanique, par rapport à la mesure des solides (Stéréométrie), de l'Harmonie par rapport à l'Arithmétique, [de l'observation] des apparences célestes par rapport à l'Astronomie [mathématique]. Il arrive parfois qu'on donne le même nom aux deux sciences subordonnées l'une à l'autre [2] ; ainsi en est-il de l'Astronomie mathématique et de celle que connaît le navigateur, de l'Harmonie mathématique et de celle qui s'acquiert par la perception de l'ouïe ; en ces divers cas, en effet, le τὸ ὅτι est connu par les expérimentateurs et le τὸ διότι par les mathématiciens ; c'est à ceux-ci qu'il appartient de donner les démonstrations déduites des causes et, bien souvent, ils n'ont pas connaissance de ce qui est en réalité ; de même, ceux qui contemplent les choses universelles n'aperçoivent pas certaines choses particulières, faute d'y porter leur attention. En toutes ces doctrines, autre est la science qui porte sur la réalité (οὐσία), autre est celle qui se sert de figures idéales (εἶδος) ; car les Mathématiques raisonnent seulement sur des idées, et non point sur aucun sujet soumis à la perception sensible (ὑποκειμένον) ; lors même que des raisonnements géométriques traitent d'un sujet sensible, ils ne le considèrent pas en tant que sujet sensible. »

Cette subordination d'une science, fondée sur la perception sensible, qui reconnaît la réalité, le τὸ ὅτι, à une science plus élevée

1. ARISTOTE, *Seconds analytiques*, livre I, ch. XIII (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. I, pp. 134-135 ; éd. Bekker, vol. I, p. 78, col. b et p. 79, col. a),
2. De là les contradictions apparentes que l'on peut signaler dans les écrits mêmes d'Aristote (voir la note 2 de la page précédente).

qui donne l'explication, le τὸ διότι de cette réalité à l'aide de déductions mathématiques issues de principes généraux, cette subordination, disons-nous, peut, quelquefois, présenter divers degrés. De même qu'en chaque branche de la Physique, la science d'observation, chargée de reconnaître la réalité des faits, se trouve subordonnée à une science mathématique qui a mission de les expliquer, de même peut-il arriver qu'une doctrine physique, où la réalité a déjà reçu l'explication que la théorie mathématique lui doit, peut servir, à son tour, à expliquer des observations portant sur de nouvelles réalités : « La subordination que l'Optique présente par rapport à la Géométrie, une autre doctrine la présente par rapport à l'Optique, savoir, la doctrine qui traite de l'arc-en-ciel ; en cette doctrine, en effet, il appartient au physicien d'observer ce qui est en réalité, τὸ ὅτι ; à celui qui traite d'Optique, il appartient d'en donner l'explication, τὸ διότι, soit à l'aide des principes qui lui sont propres, soit à l'aide de ceux qu'il emprunte aux Mathématiques. »

Toujours, en ces théories de la Physique où l'on fait usage des Mathématiques, c'est la perception sensible qui, seule, connaît de la réalité.

Il n'est donc pas juste de dire, avec les Platoniciens, que le géomètre saisit une réalité qui échappe à la perception sensible, que le mathématicien découvre les mouvements réels des astres, tandis que les apparences constatées par l'observateur sont dépourvues de réalité ; bien au contraire, c'est l'astronome observateur qui voit les mouvements réels, tandis que, pour étudier ces mouvements, le géomètre les dépouille par abstraction de la réalité dont ils sont doués.

A maintes reprises, Aristote insiste sur cette vérité que les objets de la spéculation mathématique n'ont aucune réalité hors des choses qui tombent sous les sens, qu'ils ne constituent pas des êtres séparés de ceux que la perception sensible nous fait connaître. « En général, dit-il [1], les Mathématiques n'étudient pas les nombres et les grandeurs d'êtres séparés de la matière, mais bien les nombres et les grandeurs des êtres que nous avons sous les yeux, non point qu'elles considèrent ces êtres en tant qu'ils sont sensibles, mais seulement en tant qu'ils ont une grandeur ou qu'ils sont distincts les uns des autres [2] ».

1. ARISTOTE, *Métaphysique*, livre XII, ch. III (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 613 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1077, col. b).

2.... Οὐχ ᾗ δὲ τοιαῦτα [, ἀλλ'] οἷα ἔχειν μέγεθος ἢ εἶναι διαιρετά. Ce que nous avons mis entre [] est omis dans le texte que nous avons sous les yeux, au détriment du sens, nous semble-t-il.

« Un homme [1], en tant qu'homme, est un et indivisible. L'arithméticien pose qu'il est une unité indivisible et il considère ce qui arrive à cet homme en tant qu'il est un indivisible. Le géomètre, à son tour, le considère non pas en tant qu'homme, ni en tant qu'il est indivisible, mais en tant qu'il est un solide. »

« Il est donc évident que les raisonnements et les démonstrations du mathématicien [2] portent sur les grandeurs sensibles, non point qu'elles y soient considérées comme sensibles, mais seulement comme grandeurs.

» De même, de nombreux raisonnements ont été faits touchant les corps en mouvement, en tant seulement qu'ils sont en mouvement, sans que l'on y considère ce qu'est chacun de ces corps et ce que sont les accidents qui leur adviennent. Il n'est nullement nécessaire, pour cela, qu'il existe quelque mobile séparé de ceux qui tombent sous les sens ni qu'il existe, dans ces corps sensibles, quelque nature qui en soit distincte. »

Ainsi le géomètre pourra spéculer d'une manière abstraite sur les mouvements des cieux, sans que les cieux sur lesquels il raisonne soient des êtres réellement distincts des cieux que l'astronome observe. « Les objets que l'Astronomie considère [3] sont, en effet, hors des choses sensibles, exactement de la même manière que les objets au sujet desquels la Géométrie raisonne. »

Si l'on veut, à côté des choses sensibles et corruptibles, poser des idées éternelles, accessibles à la seule intuition, et qui seraient seules objets de science, on aboutit à des absurdités. « Il est absurde [4] de prétendre qu'il existe des substances autres que celles qui sont au Ciel, et que ces substances sont identiques à celles qui tombent sous les sens, à cela près que ces dernières sont corruptibles tandis que les premières sont éternelles. » Pour Aristote, ce sont les cieux visibles qui sont en même temps les cieux incorruptibles et éternels.

On ne se heurte pas à de moindres difficultés lorsqu'entre les objets de la perception sensible et les idées accessibles à la seule intuition, on pose comme réels certains êtres intermédiaires, connus seulement par le raisonnement mathématique. Imaginons qu'entre les cieux idéaux et les cieux sensibles, il y ait des réalités inter-

1. Aristote, *loc. cit.* (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 614; éd. Bekker vol. II, p. 1078, col. a).
2. Aristote, *loc. cit.* (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II p. 613; éd. Bekker vol. II, p. 1077, col. b).
3. Aristote, *Métaphysique*, livre XII, ch. II (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 612 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1077, col. a).
4. Aristote, *Métaphysique*, livre II, ch. II (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, pp. 491-492 ; éd. Bekker, vol. II, p. 997, col. b).

médiaires. « Il y aura une Astronomie de ces réalités intermédiaires [1] ; outre le Ciel sensible, il y aura un autre Ciel, un autre Soleil, une autre Lune, et de même pour tout ce qui se trouve au Ciel. Mais que devra-t-on admettre touchant ceux-là ? Il n'est pas raisonnable de les supposer immobiles et il n'est pas moins impossible qu'ils soient mobiles. »

Il serait donc absurde d'admettre qu'il existe une Astronomie de ces astres géométriques, intermédiaires entre les astres idéaux et les astres qui tombent sous les sens. « Mais [la Géométrie et] l'Astronomie [2] ne sauraient non plus porter sur les grandeurs sensibles ni sur ce Ciel que nous voyons. Les lignes sensibles ne sont nullement telles que le prétend le géomètre. Rien de sensible n'est exactement droit ni circulaire. Un rond ne touche pas une règle en un point, mais, comme le disait Protagoras, lorsqu'il réfutait les géomètres, il la touche suivant une certaine longueur. Les mouvements du Ciel sensible ne sont pas semblables à ceux dont raisonne l'Astronomie ; les points qu'elle considère n'ont pas même nature que les étoiles. »

Si donc, avec Platon, on veut superposer trois ordres de réalités ; concevoir, au-dessus des réalités sensibles, des idées éternelles accessibles à la seule intuition ; entre les objets sensibles et les idées, placer des êtres géométriques réels ; admettre enfin que toute science a pour objet direct des êtres réels, on se trouve pris en d'inextricables difficultés ; à des sciences telles que la Géométrie ou l'Astronomie, on ne peut plus assigner aucun domaine ; on ne peut raisonnablement leur attribuer la connaissance ni des idées ni des objets sensibles ni des réalités mathématiques intermédiaires.

Ces difficultés s'évanouissent lorsqu'on admet, avec Aristote, que ces sciences ne traitent pas de réalités, mais d'abstractions ; que ces abstractions, à la vérité, n'ont pas d'existence hors des choses sensibles, mais que le géomètre ou l'astronome les étudie en elles-mêmes, sans prendre garde aux choses sensibles où elles se trouvent réalisées.

Contre une telle doctrine, les Platoniciens, assurément, devaient multiplier les attaques. N'est-ce point, en effet, faire de la Mathématique une science menteuse que de prétendre qu'elle distingue ce qui n'est pas séparé en réalité (εἴ τις τὸ μὴ κεχωρισμένον θείη χωρίσας) ? Non, répond Aristote [3], « si quelqu'un détache certains

1. Aristote, *loc. cit.*
2. Aristote, *loc. cit.*
3. Aristote, *Métaphysique*, livre XII, ch. III (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 614 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1078, col. a).

objets de ceux qui les accompagnent et considère ces objets en eux-mêmes, il ne ment aucunement par là, pas plus qu'il ne mentirait, lorsqu'il trace une figure au tableau, en disant que telle ligne est longue d'un pied alors que la ligne dessinée ne mesure pas un pied ; il n'y a, en effet, aucune erreur dans les jugements qu'il formule. Il sera donc très juste de spéculer en supposant séparées des choses qui ne le sont pas. »

En affirmant que la spéculation mathématique n'a point d'objet réel qui n'appartienne au monde sensible, Aristote ruinait par la base tout ce que Platon avait dit de cette spéculation ; elle n'était plus une méthode logique, intermédiaire entre la perception sensible et la contemplation des idées, apte à saisir des réalités immuables et éternelles auxquelles les sens sont incapables d'atteindre.

C'est en cette puissance de connaître des êtres réels, séparés des accidents changeants et périssables, que résidait, selon Platon, la source de la certitude mathématique. Aristote, assurément, ne saurait plus se ranger à une telle opinion ; à cette certitude, il va assigner une tout autre raison. Le principe qu'il invoque [1] est le suivant, qui, nous l'avons vu, est le fondement de toute sa doctrine : « Une science a d'autant plus de certitude que les objets dont elle traite sont plus premiers en notre connaissance et sont plus simples (Καὶ ὅσῳ δὴ ἂν περὶ προτέρων τῷ λόγῳ καὶ ἁπλουστέρων, τοσούτῳ μᾶλλον ἔχει τἀκριβές). » La science des nombres privés de grandeur est plus certaine que la science où l'on considère les grandeurs, et celle où l'on fait abstraction du mouvement l'est beaucoup plus que celle où l'on en tient compte.

Or, les données immédiates de la perception sensible ne sont nullement simples, mais, au contraire, elles se présentent sous la forme d'un ensemble très compliqué ; elles ne pourront fournir les objets de sciences certaines qu'après que l'abstraction aura distingué les propriétés, actuellement confondues ensemble, que possèdent ces données : « Ce qui nous apparaît tout d'abord d'une manière manifeste et certaine, dit Aristote [2], c'est précisément ce qu'il y a de plus confus ; mais ensuite, ceux qui pratiquent des distinctions en ces premières données parviennent à acquérir la

1. Aristote, *Métaphysique*, livre XII, ch. III (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 614 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1078, col. a).
Cf. Aristote, *Métaphysique*, livre I, ch. II (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 470 ; éd Bekker, vol. II, p. 982, col. a). — *Seconds analytiques*, livre I, ch. XXVII (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. I, p. 149 ; éd. Bekker, vol. I, p. 87, col. a).
2. Aristote, *Physique*, livre I, ch. I (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 248 ; éd. Bekker, vol. I, p. 184, col. a).

connaissance des éléments et des principes. » Toutes les sciences spéculatives, donc, la Mathématique comme la Physique, partiront des données immédiates de la sensation ; mais aucune d'elles, pas plus la Physique que les Mathématiques, ne considérera ces données telles quelles ; elles en isoleront toutes, à l'aide de l'abstraction, les sujets simples dont elles veulent raisonner. Or celle-là s'assurera la plus grande certitude qui aura choisi le sujet le plus simple ; celle qui, aux objets déjà traités par une autre science, ajoutera de nouveaux objets pour en composer ce dont elle entend spéculer, sera moins certaine que la science au-dessus de laquelle elle s'élève par sa complexité. « Car les sciences [1] qui raisonnent d'objets plus simples sont plus certaines que celles qui diffèrent de celles-là par l'addition de nouveaux objets ; ainsi l'Arithmétique est plus certaine que la Géométrie. »

Moins éloignée du sens que la Mathématique, la Physique traite de choses plus compliquées ; ses démonstrations offrent donc moins de rigueur que celles de l'Arithmétique ou de la Géométrie ; si l'on classe les sciences suivant le degré de certitude de leurs conclusions, les théories les plus abstraites l'emporteront en excellence sur les théories moins abstraites : « Une science [2] qui ne porte pas sur les choses soumises à la perception sensible (ὑποκειμένον) est meilleure qu'une science qui traite de telles choses. »

Il arrivera, en effet, que les fondements de la science des choses sensibles, que les principes dont cette science tire, par déduction, des conclusions conformes aux phénomènes, aux apparences que la perception constate, ne seront pas, eux, des choses dont le sens puisse directement nous assurer. Alors, tout ce que le physicien pourra faire, en un grand nombre de cas, se réduira à montrer que les causes des phénomènes observés peuvent être telles qu'il les a supposées ; il n'aura pas le moyen d'affirmer qu'elles sont, en réalité, conformes aux hypothèses qu'il a faites, et réclamer de lui une semblable affirmation serait exigence déraisonnable. Aristote, au *Traité des Météores*, prend soin de nous rappeler ces vérités.

« Lorsqu'il s'agit, dit-il [3], des choses qui sont cachées à la perception sensible, nous estimons en avoir donné une démonstration capable de satisfaire la raison lorsque nous les avons amenées jusqu'à la possibilité. C'est au sujet des phénomènes qui nous occu-

1. Aristote, *loc. cit.*
2. Aristote, *Seconds Analytiques*, livre I, ch. XXVII (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. I, p. 149 ; éd. Bekker, vol. I, p. 87, col. a).
3. Aristote, *Météores*, livre I, ch. VII (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. III, p. 560 ; éd. Bekker, vol. I, p. 344, col. a).

peut en ce moment qu'il y a lieu, pensera-t-on, de procéder de la sorte. Notre supposition sera donc la suivante : La première partie de ce monde qui entoure la terre, celle qui se trouve immédiatement au-dessous de l'essence mue du mouvement de révolution, est une exhalaison sèche et chaude... Ἐπεὶ δὲ περὶ τῶν ἀφανῶν τῇ αἰσθήσει νομίζομεν ἱκανῶς ἀποδεδεῖχθαι κατὰ τὸν λόγον, ἐὰν εἰς τὸ δυνατὸν ἀναγάγωμεν, ἔκ τε τῶν νῦν φαινομένων ὑπολάβοι τις ἂν ὧδε περὶ τούτων μάλιστα συμβαίνειν. Ὑπόκειται γὰρ ἡμῖν τοῦ κόσμου τοῦ περὶ τὴν γῆν, ὅσον ὑπὸ τὴν ἐγκύκλιόν ἐστι φοράν, εἶναι τὸ πρῶτον μέρος ἀναθυμίασιν ξηρὰν καὶ θερμήν... »

Le texte que nous venons de citer jette le plus grand jour sur la pensée qu'Aristote concevait touchant le degré de certitude dont la Physique est susceptible ; il permet d'accorder entre eux les passages d'apparence contradictoire que nous avons pu relever dans ses œuvres.

Tant que le physicien se borne à constater les effets soumis à la perception, les choses qui apparaissent aux sens, τὰ φαινόμενα, sa science est en possession de la plus grande certitude qu'il soit donné à l'homme d'atteindre ; mais cette science-là saisit seulement ce qui est, τὸ ὅτι.

Lorsque le physicien veut aller plus loin, lorsqu'il veut saisir le pourquoi, τὸ διότι, des phénomènes, il lui faut supposer des principes d'où les phénomènes découleront à titre de conséquences, et ces fondements (τὰ ὑποκείμενα), ce sont des choses qui ne tombent plus sous les sens (ἀφάνα τῇ αἰσθήσει) ; ils ne sont donc plus connus avec la même certitude immédiate que les phénomènes ; le physicien ne peut plus affirmer que ce sont certainement les causes des phénomènes ; il doit se contenter de les présenter à titre de causes possibles.

La Physique, la science des choses sensibles, peut donc revêtir deux formes : Simple connaissance du τὸ ὅτι, elle est un ensemble d'apparences (φαινόμενα) perçues avec une entière certitude. Science qui aspire à découvrir le τὸ διότι, elle est un système de suppositions (ὑποκείμενα) qui sont simplement possibles. De ces deux formes, celle qui est la plus élevée dans l'ordre d'excellence des sciences est, en même temps, celle qui se trouve le plus bas dans l'ordre de la certitude.

Lors donc que l'on voudra hiérarchiser les sciences considérées comme connaissances des principes et des causes, du τὸ διότι, la Physique, par sa certitude moindre, sera placée au-dessous de l'Arithmétique et de la Géométrie.

Lorsqu'au contraire, on voudra classer les sciences d'après le

degré de réalité de leurs objets, la Physique, considérée comme connaissance du τὸ ὅτι, revendiquera le premier rang.

Tout ce qu'Aristote a dit de la Physique, du but qu'elle s'efforce d'atteindre, de la méthode par laquelle elle y tend, des rapports qu'elle a avec la Mathématique est une réhabilitation de cette perception sensible, que Platon tenait en si profond mépris. Platon ne concevait qu'une Physique mathématique ou mieux, il n'imaginait pas qu'il pût y avoir une Science physique distincte de la Mathématique. Aristote veut que la Physique soit une science d'observation ; alors même qu'elle utilisera les raisonnements du mathématicien, elle partira de la perception sensible qui lui fournira ses principes, et elle aboutira à la perception sensible à laquelle ses conclusions devront se conformer ; la perception sensible sera, pour elle, la source de la certitude et le criterium de la vérité.

III

L'ACTE ET LA PUISSANCE

Mais cette Physique, née de la perception sensible et destinée à produire des conséquences conformes à la perception sensible, comment pourrait-elle être une science, une connaissance de réel, si la perception sensible ne saisit que le changeant, et si ce qui change est privé de réalité ? Que le changement puisse être une réalité, et non une méprisable apparence, c'est ce qu'Aristote doit encore établir à l'encontre de Platon [1].

Être ou ne pas être, tel est, semble-t-il, le dilemme le plus rigoureux que l'on puisse concevoir ; entre les deux branches de ce dilemme, il n'y a pas de moyen-terme. Un corps est blanc ou il n'est pas blanc ; entre l'affirmation et la négation, entre la blancheur et le néant de blancheur, il faut choisir sans rémission.

Entre ces deux oppositions, l'être et le non-être, où trouver place pour le devenir, pour le changement ? Si un corps est blanc, il ne peut pas devenir blanc. S'il n'est pas blanc, il est noir, rouge, bleu ou de quelque autre couleur ; mais un corps qui est noir, rouge ou bleu n'est pas un corps qui devient blanc.

Ainsi donc, ce dilemme nécessaire, être ou ne pas être, exclut

1. Sur les problèmes que la possibilité du changement posait à la philosophie grecque, voir : ALBERT RIVAUD, *Le problème du devenir et la notion de la Matière dans la Philosophie grecque depuis les origines jusqu'à Théophraste ;* thèse de Paris, 1905.

la possibilité du changement ; la réalité de tout devenir est inconcevable.

Ce raisonnement, les sophistes antérieurs à Platon l'avaient déjà tenu.

Parménide posait ce principe [1] : « Hors de l'être, il n'y a absolument que le non-être ; il en résulte nécessairement que l'être est unique, et n'est rien d'autre — Παρὰ γὰρ τὸ ὂν τὸ μὴ ὂν οὐθέν ἀξιῶν εἶναι, ἐξ ἀνάγκης ἓν οἴεται εἶναι τὸ ὂν καὶ ἄλλο οὐθέν. » De là, Parménide tirait la négation de toute multiplicité, de toute variété.

De ce même principe, d'autres philosophes avaient déduit l'impossibilité de tout devenir, de toute production d'une chose nouvelle. « Ils affirmaient que rien de ce qui existe ne peut s'engendrer ni périr [2] ; ce qui est engendré, en effet, devrait nécessairement être engendré soit par l'être, soit par le non-être (ἐξ ὄντος ἢ ἐκ μὴ ὄντος) ; mais de ces deux suppositions, l'une et l'autre est impossible ; l'être ne peut pas être engendré, car il est déjà ; et rien ne peut être engendré par le non-être, car il faut que quelque chose précède ce qui est engendré. »

Pour échapper au sophisme de Parménide, Platon n'avait pas hésité [3] à regarder le non-être, comme ayant sa réalité particulière : « Il nous faut audacieusement affirmer désormais que le non-être est sûrement en possession de sa nature propre — Καὶ δεῖ θαρροῦντ' ἤδη λέγειν, ὅτι τὸ μὴ ὂν βεβαίως ἐστὶ τὴν αὑτοῦ φύσιν ἔχον. »

Par là, d'ailleurs, Platon suivait l'exemple des Atomistes, en particulier de Leucippe et de Démocrite. Leucippe admettait [4] l'existence du *rien du tout*, μηδέν, qu'il identifiait à l'espace vide, κενόν ; l'existence de cet espace vide rendait possible le seul changement que conçût Leucippe, à savoir le changement de lieu des figures solides, σχήματα, qui représentent l'être. Ce μηδέν, ce κενόν, ce non-être existant de Leucippe, Platon, nous l'avons vu, l'avait conservé, au *Timée*, sous le nom de χώρα.

Aristote s'en tire d'autre façon ; il distingue deux manières d'être, il attribue au mot être deux sens différents [5]. Lorsque,

1. ARISTOTE, *Métaphysique*, livre I, ch. V (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 476 ; éd. Bekker, vol. II, p. 986, col b).

2. ARISTOTE, *Physique*, livre I, ch. VIII (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 258 ; éd. Bekker, vol. I, p. 191, col. a).

3. PLATON, *Le sophiste*, XLII (PLATONIS *Opera*, éd. Firmin-Didot, Paris, 1856 ; vol I, p. 194).

4. RIVAUD, *Le problème du devenir*, §§ 101-102 ; pp. 144-147. — Voir précédemment, p 35.

5. ARISTOTE, *Physique*, livre I, ch. VIII (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 259 ; éd. Bekker, vol. I, p. 191, col. b).

dit-il, nous affirmons d'une chose qu'elle est ou qu'elle n'est pas, « tantôt nous parlons de l'existence *en acte*, et tantôt de l'existence *en puissance* — Ἐνδέχεται ταὐτὰ λέγειν κατὰ τὴν δύναμιν καὶ τὴν ἐνέργειαν. »

Outre le corps qui est blanc, qui est *actuellement* blanc (κατὰ τὴν ἐνέργειαν), il n'y a pas simplement le corps qui n'est pas blanc ; il y a le corps qui, tout en n'étant pas blanc d'une manière actuelle, est susceptible de devenir blanc ; être susceptible de devenir blanc, c'est déjà, pour Aristote, être blanc d'une certaine manière, être blanc *en puissance* (κατὰ τὴν δύναμιν).

La considération de l'existence en puissance fait évanouir le sophisme qui niait la possibilité de tout changement ; le corps qui devient blanc, ce n'est pas, assurément, le corps qui est blanc en acte ; mais ce n'est pas non plus le corps qui, simplement, n'est pas blanc ; c'est le corps qui est blanc en puissance. Ce qui est engendré ne provient ni de l'être en acte ni du non-être, mais de l'être en puissance.

La distinction de ces deux manières d'être, l'*acte* (ἐνέργεια ou ἐντελεχεία) et la *puissance* (δύναμις), domine toute la Physique d'Aristote, car, seule, elle rend le changement concevable.

IV

LA MATIÈRE, LA FORME ET LA PRIVATION

Nous allons aborder l'étude de la Physique, c'est-à-dire l'étude de l'être considéré comme capable de changement ou bien encore, selon le sens très général que le mot mouvement prend en la langue d'Aristote, l'étude de l'être mobile.

Cette science ne traitera pas [1] des êtres changeants particuliers tels que le sens nous les fait tout d'abord connaître, sous forme de perceptions extrêmement complexes ; elle portera sur les principes généraux et simples que l'abstraction discernera parmi les données de nos sensations.

Les principes, Aristote nous l'a dit, doivent être homogènes aux choses que la perception nous fait connaître ; aux choses qui sont susceptibles de changement, il faut attribuer des principes qui soient, eux aussi, susceptibles de changement ou, tout au moins,

1. ARISTOTE, *Physique*, livre I, ch. I (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 248 ; éd. Bekker, vol. I, p. 184).

des principes en lesquels il existe quelque chose qui puisse changer.

Dans la substance, donc, de toute chose qui peut s'engendrer, changer et périr, il nous faut, en premier lieu, distinguer un principe par lequel cette chose peut être aujourd'hui et ne plus être demain ; par lequel, maintenant, elle est de telle manière et, tout à l'heure, sera de telle autre manière ; ce principe susceptible de génération, de changement et de mort [1], c'est la *forme* (μορφή ou εἶδος).

Mais ce principe variable constitue-t-il à lui seul la substance des choses altérables et périssables ? Ne devons-nous pas concevoir, en cette substance, quelque autre principe permanent ? « En tout changement par lequel un être passe d'un certain état à un état opposé, il existe quelque chose qui est le sujet de ce changement. S'agit-il d'un changement de lieu ? ce quelque chose est maintenant ici, et ensuite ailleurs. S'agit-il d'une augmentation ? Ce quelque chose est maintenant de telle grandeur, tandis que, plus tard, il sera plus grand ou plus petit. S'agit-il d'une altération ? Ce quelque chose est maintenant sain ; plus tard, il sera malade. S'agit-il d'un changement dans la substance même ? En ce moment cette chose est engendrée, tout à l'heure cette même chose périra. »

Ce principe qui demeure le même en une chose qui devient autre, c'est ce qu'Aristote nomme d'un nom nouveau en Philosophie [2], du nom de ὕλη, que les scolastiques ont traduit par *materia*, matière.

La matière et la forme ne sont pas, d'ailleurs, deux choses combinées entre elles, mais qui puissent être, réellement et au sens propre du mot, séparées l'une de l'autre ; c'est seulement pour la raison qu'elles sont discernables ; elles ne peuvent être isolées que par l'abstraction ; elles sont réellement et indissolublement unies l'une à l'autre en la substance (οὐσία) ; c'est la substance seule qui peut être réellement isolée des autres substances ; c'est elle seule qui s'engendre, change et meurt.

Analysons plus profondément la nature de ces deux principes, la forme, la matière, dont la coexistence constitue la substance complète.

La forme, c'est ce par quoi un objet blanc est blanc, ce par quoi

1. ARISTOTE, *Métaphysique*, livre VII, ch. I (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 558 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1042, col. a).
2. Dans le langage d'Homère, ὕλη signifie *forêt* ; aussi certains commentateurs latins traduisent-ils ὕλη par *sylva*, mot qui a peut-être même racine.

un objet noir est noir, ce par quoi une chose est telle chose, τόδε τι [1]. Elle est le principe par lequel la substance est en son état actuel et point en un autre état ; elle est la substance considérée comme étant *en acte*, ὡς ἐνέργεια οὐσία [2].

Mais les choses que nous étudions sont sujettes au changement. L'objet dont nous parlons peut être tantôt noir et tantôt blanc ; c'est-à-dire que lorsqu'il a le blanc pour teinte actuelle, il lui est possible de devenir noir ; lorsqu'il est actuellement noir, il lui est possible de devenir blanc. En même temps, donc, que nous concevons ce qu'il est actuellement et, partant, sa forme, nous devons concevoir ce qu'il est en puissance ; et cette puissance d'être autre chose, c'est précisément ce qui demeure en la substance alors qu'elle est actuellement telle chose ; c'est par cette puissance que la substance est matière. « Je la nomme matière, dit Aristote [3], en tant qu'en acte elle n'est pas telle chose, mais qu'en puissance elle est cette chose. Ὕλην δὲ λέγω ἣ μὴ τόδε τι οὖσα ἐνεργείᾳ δυνάμει ἐστὶ τόδε τι. »

La matière s'oppose donc à la forme comme la puissance (δύναμις) s'oppose à l'acte (ἐνέργεια). Cette opposition est le caractère essentiel de la Physique d'Aristote.

Nous avons vu qu'en toute substance susceptible de génération, de changement et de destruction, il y a une matière ; une telle substance, en effet, a puissance d'être ce qu'elle n'est pas en acte ; tandis qu'elle est actuellement telle substance, elle est en puissance de devenir, par corruption, telle autre substance ; tandis qu'elle est actuellement en tel état, elle est en puissance de recevoir tel autre état.

Y a-t-il une matière en des êtres incapables de génération, d'altération et de corruption, comme le seront, au gré d'Aristote, les corps célestes ? Assurément, si ces substances sont susceptibles de changer de lieu. En effet, tandis qu'un tel être est actuellement en tel lieu, il est en puissance de se trouver en d'autres lieux. Cette puissance de se trouver en un lieu autre que son lieu actuel, alors même qu'elle existe en dehors de toute puissance à recevoir un autre état ou à se transformer en une autre substance, constitue une matière, mais une matière d'un genre par-

1. Aristote, *Métaphysique*, livre VII, ch. I Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 558 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1042, col. a).
2. Aristote, *Métaphysique*, livre VII, ch. II (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 559 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1042, col. b).
3. Aristote, *Métaphysique*, livre VII, ch. I (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 558 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1042, col. a).

ticulier. Cette matière-là, Aristote la nomme [1] la *matière locale* (ὕλη τοπική). Cette matière-là est la seule qui se puisse rencontrer au sein des êtres qui sont soustraits à la génération, à l'altération, à la destruction, comme les astres et les orbes célestes [2].

Mais la matière ne peut exister en un être immuable et incapable même d'un changement de lieu ; un tel être ne peut pas être autre qu'il n'est, ni autrement qu'il n'est, ni ailleurs ; rien en lui n'est en puissance ; rien donc n'est matière. On ne peut, en lui, rien concevoir d'autre que ce qu'il est actuellement ; il est donc tout acte et forme pure. Tel est le Dieu d'Aristote [3].

Revenons à la matière.

Prenons une certaine quantité d'air. Cet air peut se répandre en un plus grand volume ou se resserrer en un plus petit volume que celui où il est actuellement contenu ; il peut s'échauffer ou se refroidir ; cette puissance d'occuper un autre volume que son volume actuel, d'être plus ou moins chaud constitue la matière de ce feu.

La matière d'une certaine quantité d'eau se conçoit de la même manière ; elle est le pouvoir qui réside en cette eau de se condenser ou de se dilater, de se refroidir ou de s'échauffer.

Jusqu'ici l'abstraction nous conduit à concevoir la matière du feu et la matière de l'eau comme deux matières distinctes ; elle nous montre, en effet, dans le feu, le pouvoir d'être du feu affecté d'une autre densité, porté à un autre degré de chaleur, mais non pas le pouvoir de n'être plus du feu ; dans l'eau, elle nous apprend qu'il réside une puissance d'être plus ou moins volumineuse, plus ou moins chaude, mais non pas la puissance de n'être plus de l'eau. A considérer donc les choses de ce point de vue, il y a, en des corps différents, des matières différentes [4].

Il n'en est plus de même si, avec Aristote, nous considérons les diverses substances et, en particulier, les divers éléments, comme susceptibles de se transmuer les uns en les autres.

Si l'air, par exemple, se peut transmuer en eau, il faudra qu'à cette transmutation où l'air est détruit, où l'eau est engendrée, on puisse attribuer un sujet permanent ; ce sujet permanent qui est,

1. ARISTOTE, *Métaphysique*, livre VII, ch. I (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 558 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1042, col. b).

2. ARISTOTE, *loc. cit.* — Cf. ARISTOTE, *Métaphysique*, livre VII, ch. IV (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 562 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1044, col. b).

3. ARISTOTE, *Métaphysique*, livre XI, ch. VII (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 605 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1072, col. b).

4. ARISTOTE, *Métaphysique*, livre VII, ch. IV (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 561 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1044, col. a).

en l'air, la puissance de devenir eau, en l'eau, la puissance de redevenir air, c'est essentiellement et proprement la matière.

Nous sommes donc amenés ainsi à concevoir une matière qui, mieux que les matières particulières des différents corps, mérite ce nom ; elle est le sujet permanent non seulement des dilatations et des contractions, des changements divers qui peuvent affecter les diverses qualités des corps, mais encore des transmutations substantielles par lesquelles un corps périt tandis qu'un autre corps est engendré. « La matière, dit Aristote [1], c'est surtout, et d'une manière principale, le sujet capable de génération et de corruption ; mais, c'est aussi, à un certain point de vue, le sujet de tous les autres changements. »

Cette matière-là n'est plus différente d'un corps à l'autre ; elle est la même en tous les corps. « Il y a, dit encore Aristote [2], une matière unique, qui est matière, par exemple, de la couleur, matière du chaud comme du froid ; elle est aussi la matière qui demeure la même en un corps qui devient grand ou petit. L'existence de cette matière unique est manifeste ; en effet, lorsque l'eau se transforme en air, cet air est engendré de la matière même [de l'eau] sans addition de quoi que ce soit d'autre ; seulement ce qui n'était qu'en puissance se trouve engendré à l'existence actuelle ; de la même manière, l'eau peut être engendrée à partir de l'air, en sorte qu'un corps de grand volume peut être engendré par un corps de faible volume et qu'inversement, un corps de faible volume peut être formé par un corps de grand volume. De même, lorsque l'air contenu en un petit espace s'étend en un grand espace, ou bien lorsque, d'un grand espace, il est condensé en un petit espace, l'une et l'autre de ces deux modifications se produisent en la matière qui est en puissance [d'occuper ces divers volumes]. »

Cette matière qui est la même en tous les corps, Aristote la nomme la *matière première*.

La matière première n'est actuellement ni feu ni air ni eau ni terre ni aucun corps sensible ; mais, en puissance, elle est tous ces corps, car toutes les matières particulières peuvent être et sont engendrées à partir de ce premier principe : « Ἡ αὐτὴ ὕλη ὡς ἀρχὴ τοῖς γιγνομένοις [3]. »

Une portion déterminée de matière première n'est enclose d'une

1. Aristote, *De generatione et corruptione* lib. I, cap. IV (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p 440 ; éd Bekker, vol. I, p. 320, col. a).

2 Aristote, *Physique*, livre IV, ch. IX [XIII] (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 298 ; éd. Bekker, vol. I, p. 216, col. a).

3. Aristote, *Métaphysique*, livre VII, ch. IV (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 561 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1044, col. a).

manière actuelle en aucun volume déterminé ; mais elle est également en puissance d'occuper tout volume, grand ou petit. « Voilà pourquoi [1] on peut étendre d'une petite quantité ou d'une grande quantité le volume sensible d'un corps, sans acquisition d'aucune portion de matière, car la matière est également en puissance de ces deux accroissements. »

La matière première n'est ni chaude ni froide, ni blanche ni noire ; mais elle est en puissance de recevoir tous les degrés de chaleur ou de froid, toutes les couleurs, toutes les qualités en leurs diverses intensités. En puissance de recevoir toutes les déterminations substantielles, quantitatives et qualitatives, elle n'en a reçu aucune d'une manière actuelle ; elle est purement et absolument indéterminée.

Il en résulte que la matière première ne saurait exister isolément et d'une manière actuelle, puisqu'elle est, par définition même, la puissance pure, dans laquelle rien n'est en acte. Isolément, elle ne peut exister qu'en la raison, à titre de notion abstraite. Dans tout ce qui existe d'une manière actuelle, la matière première se trouve déterminée par certaines formes particulières. « Il vaudra donc mieux, dit Aristote [2], attribuer à tous les êtres sensibles une matière qui sera une chose incapable d'existence séparée, qui sera la même en tous et sera numériquement une... ; cette matière ne saurait, en aucun cas, exister exempte de toute passion et de toute forme. — Βέλτιον τοίνυν ποιεῖν πᾶσιν ἀχώριστον τὴν ὕλην ὡς οὖσαν τὴν αὐτὴν καὶ μίαν τῷ ἀριθμῷ..... ἣν οὐδέποτ' ἄνευ πάθους οἷόντε εἶναι οὐδ' ἄνευ μορφῆς. »

L'analyse des changements qui se produisent dans la nature sensible nous a déjà fait distinguer par abstraction, en toute substance soumise à la perception, deux principes distincts, la matière qui est le sujet permanent du changement, et la forme qui en est l'élément variable. Cette analyse va nous amener à reconnaître la nécessité d'un troisième principe.

Imaginons un corps noir ; que faut-il pour que ce corps puisse éprouver un changement qui le rendra blanc ?

Il faut d'abord qu'il y ait, dans ce corps, une certaine forme ; en l'espèce, la couleur noire, qui sera détruite et sera remplacée par une autre forme, la couleur blanche.

Il faut, en second lieu, un sujet qui persiste tandis que la cou-

1. ARISTOTE, *Physique*, livre IV, ch. IX [XIII] (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 298 ; éd. Bekker, vol. I, p. 217, col. a).

2. ARISTOTE, *De generatione et corruptione* lib. I, cap. V (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 441 ; éd. Bekker, vol. I, p. 320, col. b).

leur blanche sera substituée à la couleur noire ; ce principe permanent, c'est la capacité qu'a ce corps de recevoir la couleur blanche et la couleur noire, c'est la puissance à acquérir soit l'une, soit l'autre de ces deux formes.

Est-ce tout ? Non pas. Si le corps n'était susceptible de recevoir qu'une seule couleur, s'il n'était capable que d'une forme, il ne saurait subir le changement que nous considérons. Tout changement suppose donc que la matière qui l'éprouve est en puissance de deux formes opposées ou distinctes.

Mais, en outre, il suppose que ces deux formes ne sont pas à la fois réalisées d'une manière actuelle en la matière qui éprouve le changement ; si le corps était, actuellement, à la fois noir et blanc, il ne pourrait passer ni du noir au blanc, ni du blanc au noir ; pour qu'il puisse passer du noir au blanc, il faut que la couleur noire y soit réalisée d'une manière actuelle, mais que la couleur blanche, qui y est en puissance, y soit privée d'existence actuelle.

En résumé, en toute chose sensible susceptible d'éprouver un changement, nous distinguerons par abstraction ces trois éléments :

1° Une matière qui est la puissance de deux formes distinctes ;

2° Une de ces deux formes qui se trouve actuellement réalisée ;

3° La non-existence actuelle de l'autre forme.

C'est à cette non-existence de l'une des deux formes dont la matière est capable qu'Aristote donne le nom de *privation* (στέρησις).

Ainsi se trouve complétée la trinité des principes que la Physique péripatéticienne considère [1] en toute substance susceptible de changement.

La matière (ὕλη) est une simple puissance (δύναμις) de deux formes différentes.

La forme (μορφή) est une chose qui existe en acte (ἐντελεχεία).

Enfin, la privation (στέρησις) est une simple négation, un pur non-être [2] : « Τὸ μὲν οὐκ ὂν εἶναι... τὴν δὲ στέρησιν καθ' αὑτήν. »

L'être en acte, le non-être, l'être en puissance sont ainsi les trois principes de tout ce qui change.

Lorsque ces trois éléments, la matière, la forme et la privation, se trouvent réunies en une même substance, d'où vient que cette substance est alors apte au changement ? Où réside, en elle, la

1. Sur la théorie de la *privation*, voir surtout : ARISTOTE, *Physique*, livre I, ch. VI, VII et IX (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, pp. 255-258 et 259-260 ; éd. Bekker, vol. I, pp. 189-191 et pp. 191-192).

2. ARISTOTE, *Physique*, livre I, ch. IX (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 259 ; éd. Bekker, vol. I, p. 192, col. a).

tendance à la transformation ? A cette question, voici la réponse d'Aristote[1] : La forme que le changement doit produire ne se désire pas elle-même, car elle n'est pas privée d'elle-même. La forme contraire, celle qui doit disparaître en ce changement, ne peut désirer non plus la forme qui doit être engendrée, car les contraires ont pouvoir pour se repousser. C'est donc la matière qui tend au changement, car elle désire la forme dont elle est privée « comme l'épouse désire l'époux et comme ce qui est laid désire la beauté. »

Si la matière désire la forme dont elle est privée, c'est que l'acquisition de cette forme est pour elle un bien, c'est que, par cette acquisition, elle devient plus parfaite. L'acte, en effet, est meilleur que la puissance[2]. En sorte qu'en l'échelle des êtres, l'acte pur, qui est Dieu, possède le plus haut degré de perfection ; la matière première, qui est toute en puissance, sans aucune existence actuelle, est l'être le plus infime.

V

LE MOUVEMENT ET LES MOUVEMENTS. — LA SUPRÉMATIE DU MOUVEMENT LOCAL. — LA PÉRIODICITÉ DE L'UNIVERS

En tout changement[3], la matière demeure ; mais une certaine détermination de cette matière, qui se trouvait réalisée d'une manière actuelle, vient à périr, tandis qu'une détermination contraire, qui n'était jusqu'alors qu'en puissance, est engendrée à l'existence actuelle.

Suivant la nature de la détermination qui périt et de la détermination qui est engendrée, on peut distinguer diverses espèces de changements ; ces deux déterminations peuvent être, en effet, ou substantielles (κατὰ τὸ τί, *secundum quid*) ou quantitatives (κατὰ τὸ ποσόν, *secundum quantum*) ou qualitatives (κατὰ τὸ ποιόν, *secundum quale*) ou locales (κατὰ τὸ ποῦ, *secundum ubi*).

Dans le premier cas, le changement considéré est la destruction (φθορά) d'une substance et la génération (γένεσις) d'une autre substance ; dans le second cas, il consiste en une dilatation (αὔξησις)

1. ARISTOTE, *loc. cit.* (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 260 ; éd. Bekker, vol. I, p. 192, col. a).
2. ARISTOTE, *Métaphysique*, livre VIII, ch. IX (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 572 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1051, col. a).
3. ARISTOTE, *Métaphysique*, livre XI, ch. II (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 600 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1069, col. b).

ou en une contraction (φθίσις) ; dans le troisième, il prend le nom d'altération (ἀλλοίωσις) ; dans le quatrième, enfin, il se réduit à un transport ou déplacement local (φορά).

A chaque catégorie de l'être correspond ainsi une espèce de changement et, partant, une espèce de mouvement.

Arrêtons-nous un moment à la notion péripatéticienne de mouvement.

Considérons le mouvement par lequel un objet noir devient blanc.

Dans l'objet susceptible de changement, nous pouvons distinguer par abstraction deux qualités contraires ; l'une, le noir, est actuellement réalisée ; l'autre, le blanc, est seulement en puissance.

Si nous considérons seulement le blanc comme étant en puissance dans cet objet, nous aurons un objet qui peut blanchir, mais non pas un objet qui blanchit.

Si, au contraire, nous attribuons uniquement au blanc l'existence actuelle, nous aurons un objet devenu blanc, mais pas davantage un objet qui blanchit.

Dans l'objet qui se meut vers la couleur blanche, qui est en train de blanchir, il nous faut concevoir la blancheur comme existant en acte en l'instant même que nous la concevons comme étant essentiellement en puissance.

Le mot *mouvement* (κίνησις) a pour but d'exprimer cette coexistence simultanée de puissance et d'acte, cette union dont le langage humain ne peut essayer de définir la nature sans décrire un cercle vicieux ; car, toujours et forcément métaphorique, il emprunterait au mouvement même le mot par lequel il essaierait de définir le mouvement [1]. Tel est le sens de la célèbre proposition d'Aristote [2] : « Ἡ τοῦ δυνάμει ὄντος εντελέχεια, ᾗ τοιοῦτον, κίνησίς ἐστιν. » Ou bien encore [3] : « Τὴν τοῦ δυνάμει, ᾗ τοιοῦτόν ἐστιν, ἐνέργειαν λέγω κίνησιν. » Cette formule, les Scolastiques l'ont ainsi traduite : *Motus est actus entis in potentia, quatenus in potentia est*. A notre tour, nous pouvons la paraphraser de la sorte : Le mouvement, c'est l'existence actuelle d'une chose qui est en puissance, en tant qu'elle est en puissance.

La signification du mot *mouvement* prend ainsi, dans la langue

1. C'est ce qui a lieu en cette formule souvent reproduite dans les écrits qui exposent la Physique péripatéticienne : Le mouvement est le *passage* de la puissance à l'acte.

2. Aristote, *Physique*, livre III, ch. I (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 273 ; éd. Bekker, vol. I, p. 201, col. a).

3. Aristote, *Métaphysique*, livre X, ch. IX (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 594 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1065, col. b).

d'Aristote, une étendue extrême ; elle n'a nullement l'étroitesse qu'elle a prise dans la Physique moderne, où elle désigne seulement le mouvement par lequel un corps est transporté d'un lieu dans un autre, le *mouvement local.*

Selon la Physique d'Aristote, il y a autant d'espèces de mouvements qu'il y a de catégories de l'être [1]. En tout changement substantiel, une corruption détruit une forme pour laisser la matière première privée de cette forme, tandis qu'une seconde forme est engendrée en cette matière qui, auparavant, en était privée ; cette *corruption*, passage de la forme à la privation, cette *génération*, passage de la privation à la forme, sont les deux sens opposés d'une même espèce de mouvement. Au changement de grandeur, correspond le *mouvement de dilatation ou de contraction.* Au changement d'une qualité en une autre, au changement d'intensité dans une même qualité, correspond le *mouvement d'altération.* Au changement de lieu correspond le *mouvement local.*

C'est du mouvement, conçu avec cette ampleur, que traitera la science des choses sensibles, la Physique.

Toutefois, si la Physique doit connaître de trois espèces de mouvements autres que le mouvement local, s'il lui faut traiter du mouvement de génération et de corruption, du mouvement de dilatation et de contraction, du mouvement d'altération, elle ne manquera pas de reconnaître que, sur tous ces mouvements, le mouvement local a la priorité et la primauté [2].

Et d'abord, il est certain que ce mouvement est le seul qui puisse être perpétuel et qui puisse affecter des êtres éternels.

Incapables de naître, de changer, de périr, ces êtres ne sauraient se mouvoir par génération, dilatation ou contraction, altération ni corruption. S'ils ont une matière, cette matière ne peut être capable que du changement de lieu. En ces êtres, donc, on ne saurait trouver aucun mouvement qui ne fût mouvement local.

Aucun mouvement autre que le mouvement local, ne saurait, non plus, être perpétuel. Tout mouvement non local, en effet, consiste dans la mise en acte de quelque forme que la matière contenait seulement en puissance ; lorsque cette forme a acquis, dans sa plénitude, l'existence actuelle, le mouvement prend fin. Un mouvement qui se continue indéfiniment serait donc contradictoire en

1. Aristote, *Physique*, livre III, ch. I (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t II, p. 273 ; éd. Bekker, vol. I, p. 201, col a). — *Métaphysique*, livre X, ch. IX. (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 594 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1065, col. b).

2. Aristote, *Physique*, livre VIII, ch. VII [X et XI] (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, pp. 356-357 ; éd. Bekker, vol. p. 261, coll. a et b).

toute catégorie autre que le lieu ; en revanche, parmi les mouvements locaux, nous en trouverons un, le mouvement de révolution, qui peut se continuer indéfiniment ; ce mouvement-là sera donc le seul qui puisse affecter des êtres éternels.

Puisque le mouvement local est le seul qui puisse être éternel, il est forcément, dans le temps, avant tout autre mouvement. Il faut bien, d'ailleurs, que le mouvement local précède tous les autres mouvements, car c'est de lui que ceux-ci tirent tous leur première origine.

Avant qu'une substance puisse croître ou décroître, avant que les qualités dont elle est douée puissent éprouver quelque variation, il faut qu'elle soit engendrée. Or, comment une substance pourrait-elle être engendrée, comment, dans une portion déterminée de la matière première, une forme, jusqu'alors en puissance, passerait-elle à l'existence actuelle, s'il ne survenait quelque changement dans les circonstances où cette portion de matière se trouve placée ? Et comment ces circonstances changeraient-elles, si quelque corps étranger ne s'approchait ou ne s'éloignait de celui qui contient cette matière première ? Ainsi, au point de départ de toute génération, nous trouvons quelque mouvement local.

« Puis donc que la génération ne peut être le premier des mouvements, ... il est évident qu'aucun des mouvements qui la suivent ne peut être le premier; par mouvements qui la suivent, j'entends la dilatation, l'altération, la contraction et la corruption, car elles sont toutes postérieures à la génération ; en sorte que, si la génération n'est pas antérieure au mouvement local, aucune des autres transformations ne saurait, d'aucune manière, précéder ce mouvement. »

Toute génération donc, toute variation de densité, toute altération, toute destruction serait impossible si quelque mouvement local n'avait approché ou éloigné le corps dont le déplacement détermine tous ces changements. De même, les générations, les variations de grandeur et de qualité, les destructions qui se produisent au sein de la nature ne sauraient indéfiniment durer si des mouvements locaux perpétuels ne déplaçaient périodiquement les corps immuables et éternels dont l'approche ou l'éloignement détermine toutes ces transformations.

« Il a été démontré, dit Aristote [1], qu'il existe un mouvement local perpétuel ; cela posé, il en résulte nécessairement que la génération

1. Aristote, *De generatione et corruptione* lib. II, cap. X (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, pp. 464-465; éd. Bekker, vol. I, p. 236, col. a).

sera, elle aussi, perpétuelle. Le mouvement local, en effet, produira perpétuellement cette génération en ramenant, puis enlevant ce qui a le pouvoir d'engendrer..... Nous supposons, conformément à ce qui a été démontré, qu'une alternative éternelle de génération et de corruption convienne à la nature des choses ; nous disons, en outre, que le mouvement local est la cause de la génération et de la corruption ; dès lors, il est évident que s'il existait un seul mouvement local, la génération et la corruption, qui sont opposées l'une à l'autre, ne pourraient être toutes deux produites par ce mouvement ; car, ce qui est toujours le même et se comporte toujours de la même manière doit naturellement produire toujours la même chose ; il y aurait ou bien toujours génération ou bien toujours corruption. Il convient donc qu'il y ait un certain nombre de mouvements locaux [des choses incorruptibles] et que ces mouvements diffèrent les uns des autres par le sens ou par la vitesse ; car aux effets contraires, il faut des causes contraires. Aussi, la première circulation, [celle des étoiles fixes], ne sera-t-elle point la cause de la génération et de la corruption ; cette cause se trouvera dans le mouvement suivant l'écliptique. Ce dernier, en effet, est à la fois perpétuel, et composé de deux mouvements » contraires, le mouvement diurne et le mouvement propre de l'astre suivant l'écliptique. « En effet, s'il faut que la génération et la corruption soient perpétuelles, il faut aussi que quelque chose se meuve d'un mouvement local perpétuel, afin que la génération et la corruption ne prennent jamais fin, mais il faut que ce quelque chose se meuve de deux mouvements, afin qu'il ne se produise pas seulement l'une de ces deux transformations. Le mouvement diurne de l'Univers sera donc la cause de continuité, tandis que l'obliquité de l'écliptique produira alternativement l'apparition et la disparition [du corps qui détermine la génération] ; par elle, en effet, il arrivera que ce corps soit tantôt près et tantôt loin. »

La lecture du *Timée*, qu'Aristote discute en maint chapitre du Περὶ γενέσεως καὶ φθορᾶς, n'est sans doute pas étrangère à la naissance de l'idée que nous venons d'entendre exposer. Platon, lui aussi, opposait [1] l'un à l'autre les deux grands mouvements du Ciel ; le premier de ces deux mouvements, la rotation diurne, lui apparaissait comme un principe d'unité, le *mouvement de l'essence de l'identique* (τῆς ταὐτοῦ φύσεως φορά) ; le second, le mouvement des astres errants suivant l'écliptique, lui semblait être un principe

1. Voir chapitre II, § VII, p. 52.

de diversité, le *mouvement de l'essence du différent* (τῆς θατέρου φύσεως φορά). Pour Aristote, le principe d'*unité* devient un principe de *perpétuité*; le principe de *diversité* devient un principe de *génération* et de *corruption*.

La primauté et la priorité, admises par Aristote, du mouvement local sur tous les autres mouvements l'ont ainsi conduit à cette conclusion : Toutes les transformations qu'éprouvent les choses sujettes à la génération et à la corruption sont sous la dépendance des mouvements purement locaux des êtres impérissables et immuables ; elles sont toutes régies par les circulations célestes. « Ce monde-ci, dit Aristote [1], est lié en quelque sorte, et d'une manière nécessaire, aux mouvements locaux du monde supérieur, en sorte que toute la puissance qui réside en notre monde est gouvernée par ces mouvements ; cela donc qui est, pour tous les corps célestes, le principe du mouvement, on le doit considérer comme la Cause première. — Ἔστι δ' ἐξ ἀνάγκης συνεχὴς πως οὗτος ταῖς ἄνω φοραῖς, ὥστε πᾶσαν αὐτοῦ τὴν δύναμιν κυβερνᾶσθαι ἐκεῖθεν· ὅθεν γὰρ ἡ τῆς κινήσεως ἀρχὴ πᾶσιν, ἐκείνην αἰτίαν νομιστέον πρώτην. »

De ce principe et de ce texte vont se réclamer tous ceux qui, dans l'Antiquité et au Moyen-Age, prétendront justifier la Science astrologique.

De ce principe, d'ailleurs, Aristote va déduire une conséquence chère à bon nombre de ses prédécesseurs.

Les mouvements locaux des corps célestes sont périodiques ; au bout d'un certain temps, ces corps reviendront aux positions qu'ils occupent aujourd'hui ; or la périodicité des mouvements locaux des êtres incorruptibles entraîne nécessairement la périodicité des effets dont ces mouvements sont causes, c'est-à-dire des transformations produites en la nature corruptible ; les générations, donc, et les corruptions qui se produisent aujourd'hui se sont déjà produites une infinité de fois dans le passé ; elles se reproduiront, dans l'avenir, une infinité de fois.

« La génération, dit Aristote [2], est nécessairement cyclique (διὸ ἀνάγκη κύκλῳ εἶναι). Il est donc nécessaire qu'elle se reproduise périodiquement ; s'il est nécessaire que telle chose soit en ce moment, il l'est aussi qu'elle ait été auparavant ; et si telle chose est maintenant, il est nécessaire qu'elle se reproduise dans l'avenir ; et cela, indéfiniment, car ce que nous disons de deux retours

1. Aristote, *Météores*, livre I, ch. II (Aristotelis *Opera*, éd. Didot. t. III, pp. 552-553 ; éd. Bekker, vol. I, p. 339, col. a).
2. Aristote, *De generatione et corruptione* lib. II, cap. XI (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 467 ; éd. Bekker, vol. I, p. 338, coll. a et b).

de la même chose, nous pouvons le répéter sans aucune différence, au sujet d'un grand nombre de retours... Et cela est conforme à la raison ; car, par ailleurs, un autre mouvement, le mouvement du Ciel, nous est apparu périodique et éternel ; nécessairement, donc, toutes les particularités de ce mouvement et tous les effets produits par ce mouvement seront également périodiques et éternels. En effet, si un corps mû d'un mouvement périodique et perpétuel meut à son tour quelque autre chose, il faudra que le mouvement de cette chose soit, à son tour, périodique. Ainsi, la première circulation est périodique et il en est de même de celle du Soleil ; cela étant, les diverses saisons se produisent et disparaissent suivant la même période, et ces circulations se reproduisant suivant une telle loi, il en est de même des choses qui leur sont soumises. »

La conclusion qui se tire de ces principes est assez indiquée : Si les périodes des révolutions célestes sont toutes des sous-multiples d'une même durée, non seulement, à l'expiration de cette durée, les astres reprendront exactement les positions qu'ils occupaient au début, mais encore le monde des choses corruptibles se retrouvera précisément en l'état où il était lorsque cette durée a commencé ; la vie de l'Univers entier sera une vie périodique, par laquelle des choses de même espèces et des événements semblables se reproduiront une infinité de fois ; la durée de cette période sera le plus petit commun multiple de toutes les périodes des divers mouvements célestes ; ce sera la Grande Année de Platon.

Aristote admet pleinement l'existence de cette Grande Année au terme de laquelle la configuration des terres et des mers, après mainte alternative, redevient ce qu'elle était au début.

« Ce ne sont pas toujours, dit-il [1], les mêmes parties de la terre qui se trouvent sous les eaux ni les mêmes qui sont à sec ; il y a échange entre les lieux submergés et les lieux émergés, grâce à la formation de fleuves nouveaux et à la disparition de fleuves anciens. Il se produit aussi une permutation entre le continent et la mer ; ces lieux-ci ne demeureront pas toujours mer ni ceux-là terre ferme ; la où se trouvait la terre, une mer s'est maintenant formée ; là ou la mer s'étend aujourd'hui, la terre reparaîtra de nouveau.

» Nous devons penser, d'ailleurs, que ces transformations se produisent dans un certain ordre et qu'elles reviennent suivant

1. Aristote, *Météores*, livre I, ch. XIV (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. III, p. 571 ; éd. Bekker, vol. I, p. 351, col. a, p. 352, coll. a et b).

un certain cycle — Κατὰ μέντοι τινὰ τάξιν νομίζειν χρὴ ταῦτα γίγνεσθαι καὶ περίοδον.

» Le principe et la cause de ces alternatives est que les terres fermes ont, comme les plantes et les animaux, leur âge mûr et leur vieillesse. Mais les plantes et les animaux atteignent l'âge adulte ou subissent la décrépitude à la fois en la totalité de leur corps ; la terre, au contraire, n'éprouve ces vicissitudes que parties par parties.....

» A tous ces effets, voici la cause qu'il nous faut assigner : De même qu'à des époques distantes d'une année, l'hiver se reproduit, de même, après l'écoulement de temps qui admettent une certaine grande période, se produit un Grand Hiver et une surabondance de pluies. — Ἀλλὰ πάντων τούτων αἴτιον ὑποληπτέον ὅτι γίγνεται διὰ χρόνων εἱμαρμένων, οἷον ἐν ταῖς κατ' ἐνιαυτὸν ὥραις χειμών, οὕτω περιόδου τινὸς μεγάλης μέγας χειμὼν καὶ ὑπερβολὴ ὄμβρων...

» Certains lieux semblent, au cours du temps, se dessécher davantage ; d'autres, où les eaux sont abondantes, se dessèchent moins, et il en est ainsi jusqu'au moment où arrive le retour périodique d'un état identique au premier (ἕως ἂν ἔλθῃ πάλιν ἡ καταβολὴ τῆς περιόδου τῆς αὐτῆς). En effet, puisque l'Univers doit subir un certain changement périodique (καταβολή) et qu'il ne doit éprouver ni génération ni corruption, car le tout demeure éternellement, il faut, comme nous l'avons dit, que les lieux couverts par la mer ou les fleuves ne soient pas toujours les mêmes et que les terres fermes ne soient pas toujours les mêmes. »

Cette vie périodique qu'impose à la sphère des corps corruptibles le mouvement périodique du ciel, elle ne se reconnaît pas seulement en la perpétuelle alternative des mers et des continents ; les choses les plus diverses éprouvent ce retour cyclique, et les doctrines philosophiques elles-mêmes, après avoir apparu une infinité de fois sous la même forme dans le passé, reviendront une infinité de fois dans l'avenir. « Il nous faut affirmer, écrit Aristote [1], que les opinions émises parmi les hommes reviennent périodiquement, identiques à elles-mêmes, non pas seulement une fois, deux fois ou un petit nombre de fois, mais bien une infinité de fois — Οὐ γὰρ δὴ φήσομεν ἅπαξ οὐδὲ δὶς οὐδ' ὀλιγάκις τὰς αὐτὰς δόξας ἀνακυκλεῖν γινομένας ἐν τοῖς ἀνθρώποις, ἀλλ' ἀπειράκις. »

Aristote enseigne donc la perpétuelle périodicité de l'Univers plus précisément encore que ne l'ont fait les Indiens et les Chaldéens [2] ;

1. Aristote, *Météores*, livre I, ch. III (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. III, p. 553 ; éd. Bekker, vol. I, p. 339, col. b).
2. Voir chapitre II, § X, pp. 67-69.

et cette périodicité, il la déduit de son axiome : Le mouvement local est le premier mouvement et le principe de tous les autres changements.

En admettant que la vie de l'Univers est soumise, dans le temps, à une certaine périodicité, Aristote s'accorde avec les anciens physiologues hellènes ; mais il s'écarte d'eux lorsqu'il s'agit de fixer l'amplitude de l'oscillation qu'éprouve l'ordre du Monde.

Il nous apprend lui-même [1] qu'Héraclite d'Ephèse et Empédocle d'Agrigente concevaient cette oscillation comme aussi ample que possible ; au terme de chaque Grande Année, le Monde entier devait être détruit, réduit en un feu homogène, puis reformé de nouveau.

Aristote ne peut partager une telle opinion. Tout d'abord, en son système, les cieux et les astres sont perpétuels ; l'essence qui les forme est, nous le verrons, exempte de la génération et de la corruption ; ils ne subissent donc pas les vicissitudes que le renouvellement de la Grande Année amène dans le monde sublunaire.

Le monde sublunaire lui-même n'est pas uniquement soumis à cette cause de générations et de destructions alternatives qu'est le mouvement des astres errants ; il subit également l'influence d'un principe de perpétuité, qui est le mouvement diurne de la sphère inerrante. Ce principe de perpétuité maintient entre de certaines bornes les changements causés par les mouvements des planètes. Les alternatives auxquelles la terre et l'eau sont soumises, tout en modifiant la configuration des continents et des mers, n'atteignent pas aux bouleversements profonds, aux destructions et aux renaissances qu'imaginaient Héraclite et Empédocle.

Aristote gourmande vivement ceux qui croient à une semblable palingénésie ; après avoir signalé quelques déplacements, bien constatés, de la terre ferme et de la mer, il s'écrie [2] :

« Ceux qui ne savent regarder que les petites choses assignent comme cause à ces changements la transformation de l'Univers et, pour ainsi dire, la naissance du Ciel ; aussi prétendent-ils que la mer diminue sans cesse, par cela seul que certains terrains se sont asséchés et qu'on voit aujourd'hui plus de terres émergées que l'on n'en voyait autrefois.

» Mais si leur affirmation est en partie vraie, elle est aussi en

1. Aristote, *De Cœlo* lib. I, cap. X (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 383 ; éd. Bekker, vol. I, p. 279 ; col. b).

2. Aristote, *Météores*, livre I, ch. XIV (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. III, p. 572 ; éd. Bekker, vol. I, p. 352, col. a).

partie fausse. Sans doute, bien des lieux qui étaient submergés sont, maintenant, terre ferme ; mais la transformation contraire se produit également ; ceux qui voudront bien tourner les yeux de ce côté verront qu'en bien des endroits, la mer est venue recouvrir la terre.

» N'allons pas prétendre, cependant, que ces changements sont dus à ce fait que le Monde a commencé. Il est ridicule d'invoquer un changement de tout l'Univers pour expliquer de petites choses qui ne pèsent pas plus qu'une plume[1] ».

Aristote repousse donc la doctrine d'Anaximandre, d'Anaximène, d'Héraclite et d'Empédocle, la doctrine que les Stoïciens allaient bientôt reprendre ; il ne veut pas que l'Univers entier soit soumis à des alternatives de génération et de destruction ; comme les Pythagoriciens, comme Platon, il exempte les cieux de ces alternatives ; le monde sublunaire seul les subit ; encore s'y réduisent-elles à des changements locaux dont l'importance et l'étendue semblent fort minimes si on les compare à l'ensemble du Monde.

Il est un point, dans la doctrine des philosophes pythagoriciens et de Platon, qu'Aristote ne paraît pas disposé à recevoir ; c'est l'affirmation que chaque période cosmique doit, par la réincarnation d'une âme éternelle, ramener à la vie des hommes numériquement identiques à ceux qui ont existé ; le retour d'hommes spécifiquement semblables à ceux-là, mais numériquement différents, paraît, au Stagirite, la seule hypothèse acceptable.

« De quelle façon écrit-il[2], doit-on comprendre ces mots *avant* et *après* ? Faut-il les entendre de la façon suivante : Ceux qui ont vécu au temps de la guerre de Troie nous sont antérieurs ; à ceux-ci, sont antérieurs ceux qui ont vécu plus anciennement, et ainsi de suite à l'infini, les hommes qui se trouvent plus haut dans le passé étant toujours tenus pour antérieurs aux autres ? Ou bien, s'il est vrai que l'Univers ait un commencement, un milieu et une fin ; que ce qui, en vieillissant, est parvenu à sa fin, soit, par là-même, revenu de nouveau à son commencement ; s'il est vrai, d'ailleurs, que les choses antérieures soient celles qui sont les plus proches du commencement ; qui empêche alors que nous ne soyons

1. Ce qu'Aristote affirme en ce passage, son disciple Théophraste le développait en une page que nous a conservée le Περὶ ἀφθαρσίας Κόσμου attribué à Philon d'Alexandrie. Les considérations d'Aristote et de Théophraste ont joué un grand rôle dans les premières études des géologues (P. Duhem, *Études sur Léonard de Vinci, ceux qu'il a lus et ceux qui l'ont lu*. Deuxième série. XII. *Léonard de Vinci et les origines de la Géologie*).

2. Aristotelis *Problemata*, XVII, 3 (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. IV, pp. 202-203 ; éd. Bekker, vol. II, p. 216, col. a).

plus voisins du commencement [que les hommes qui vécurent au temps de la guerre de Troie] ? S'il en était ainsi, nous leur serions antérieurs. Puisque, par son mouvement local, chaque ciel et chaque astre parcourt un cercle, pourquoi n'en serait-il pas de même de la génération et de la destruction de toute chose périssable, de telle sorte que cette même chose puisse, elle aussi, naître et périr de nouveau ? Ainsi dit-on également que les choses humaines parcourent un cercle. Croire que les hommes qui naissent sont toujours numériquement les mêmes, c'est une sottise ; mais on émettrait une meilleure opinion en disant qu'ils sont conservés spécifiquement (Τὸ μὲν δὴ τῷ ἀριθμῷ τοὺς αὐτοὺς ἀξιοῦν εἶναι ἀεὶ τοὺς γινομένους εὔηθες, τὸ δὲ τῷ εἴδει μᾶλλον ἄν τις ἀποδέξαιτο). Il peut donc se faire que nous soyons antérieurs même [aux contemporains de Troie]. A la série des événements, on assignera donc une telle disposition qu'il faille revenir à l'état qui a servi de point de départ et reprendre sans discontinuité une marche qui repasse par les mêmes choses. Alcméon a dit que les hommes sont périssables parce qu'ils ne peuvent souder leur fin à leur commencement. Il a fort joliment dit, pourvu qu'on entende qu'il s'est exprimé d'une manière figurée et que l'on ne veuille pas prendre ce propos au pied de la lettre. Si la suite des événements est un cercle, comme le cercle n'a ni commencement ni fin, nous ne pouvons, par une plus grande proximité à l'égard du commencement, être antérieurs à ces gens-là, et ils ne peuvent pas non plus nous être antérieurs. ».

Il n'est guère possible de souhaiter un texte où la forme cyclique et périodique de la vie du Monde soit plus nettement affirmée ; il n'est guère possible, non plus, d'en trouver où l'on marque plus exactement à quel point une telle théorie bouleverse l'idée que le commun des hommes se fait de la succession dans le temps.

VI

LA SUBSTANCE CÉLESTE ET SES MOUVEMENTS

Après avoir établi la suprématie du mouvement local sur toutes les autres catégories de mouvements, Aristote se demande quel est le plus parfait des mouvements locaux [1].

1. ARISTOTE, *Physique*, livre VIII, ch. VII [X] (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 357 ; éd. Bekker, vol. I, p. 261, coll. a et b).

La réponse qu'il donne à cette question découle d'un principe qui joue, dans sa Physique, un rôle tout-à-fait essentiel, et auquel il revient à plusieurs reprises. Ce principe est le suivant : L'Univers a une grandeur finie [1]. « Le corps de l'Univers n'est pas infini, οὐκ ἔστι τὸ σῶμα τοῦ Παντὸς ἄπειρον, » affirme le Stagirite [2], en conclusion de sa longue analyse.

Une surface, qui limite le ciel ultime, borne cet Univers. « Au delà du Ciel [3], il n'y a plus aucun corps et il ne peut plus y en avoir aucun. Μήτ' εἶναι μηδὲν ἔξω σῶμα τοῦ Οὐρανοῦ μήτ' ἐνδέχεσθαι γενέσθαι ». Peut-on dire qu'au delà de cette surface suprême, il y a le vide ? Pas davantage. Le mot *vide* désigne un lieu qui ne contient pas de corps, mais qui pourrait en contenir un ; et aucun corps ne peut exister ni être produit à l'extérieur du Ciel ; hors de l'Univers, il n'y a pas de vide, car *il n'y a pas de lieu*. « L'Univers [4] n'est point quelque part ni en quelque lieu que ce soit — Ὁ δ' Οὐρανός ... οὔ που ὅλος οὐδ' ἔν τινι τόπῳ ἐστίν.... Pour qu'une chose soit *quelque part*, il faut non seulement que cette chose ait une existence propre, mais encore qu'il existe, hors d'elle, une autre chose au sein de laquelle elle soit contenue. Mais au delà de l'Univers et du Tout, il n'y a rien qui soit au dehors de l'Univers, παρὰ δὲ τὸ Πᾶν καὶ Ὅλον οὐδέν ἐστιν ἔξω τοῦ Παντός ».

De là, deux corollaires :

Hors de l'Univers, un corps ne saurait se mouvoir de mouvement local, puisqu'il n'y a pas de lieu.

Aucune ligne droite actuelle ne peut être de longueur infinie ; réalisée au sein de l'Univers, elle ne peut surpasser la plus grande dimension de la surface qui enclôt cet Univers ; cette surface, nous le verrons, étant une sphère, elle ne peut être plus longue que le diamètre de l'Univers.

Ces corollaires servent de principes à la recherche du mouvement local auquel il convient d'attribuer la primauté parmi les mouvements de même espèce.

Celui-là, parmi les mouvements locaux, méritera d'être considéré comme premier qui, indéfiniment, pourra se poursuivre identique à lui-même [5]. Or, il existe — c'est encore un principe

1. Aristote, *Physique*, livre III, cc. IV, V [VI], VI [VIII] ; *De Cœlo* lib. I, capp. V, VI, VII.
2. Aristote, *De Cœlo* lib. I, cap. VII (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 378 ; éd. Bekker, vol. I. p. 276, col a).
3. Aristote, *De Cœlo* lib. I, cap. IX (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 382 ; éd. Bekker, vol. I, p. 278, col. b).
4. Aristote, *Physique*, livre IV, ch. V [VII] (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 291 ; éd. Bekker, vol. I, p. 212, col. b).
5. Aristote, *Physique*, livre VIII, ch. VII [XI] (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 357 ; éd. Bekker, vol. I, p. 261, col. a).

essentiel de la Physique d'Aristote[1] — trois sortes de mouvements locaux, que nous devrons examiner ; ce sont le mouvement rectiligne, le mouvement circulaire, et le mouvement mixte qui tient de chacun des deux premiers.

Ce qu'Aristote nomme mouvement en ligne droite, c'est ce que les géomètres modernes nomment *mouvement de translation* ; tous les points du corps mû décrivent, en même temps, des droites égales et parallèles. Le mouvement en cercle considéré par le Stagirite, c'est ce que nous appelons le mouvement de *rotation autour d'un axe.* Que tout autre mouvement ait été regardé par Aristote comme un mélange du droit et du circulaire, on serait peut-être tenté d'y voir une marque de connaissances géométriques bien superficielles ; mais si l'on veut bien observer que l'un des théorèmes les plus féconds de la Cinématique se formule ainsi : le mouvement infiniment petit le plus général d'un corps solide se compose d'une rotation infiniment petite autour d'un certain axe et d'une translation infiniment petite parallèle à cet axe, on avouera, croyons-nous, que l'intuition du Philosophe avait singulièrement devancé, en cette circonstance, la science déductive des géomètres.

Des trois mouvements qu'il a distingués, Aristote analyse seulement les deux premiers, les mouvements simples dont la composition fournit le troisième. « Ce dernier, en effet, ne saurait être perpétuel si l'un ou l'autre des deux premiers ne peut l'être [2]. Or il est manifeste qu'un mobile mû suivant une ligne droite limitée ne peut être mû d'un mouvement qui se continue perpétuellement identique à lui-même ; il faut bien que ce corps revienne sur ses pas ; et un mobile qui décrit une ligne droite, puis revient en arrière, se meut de deux mouvements contraires ».

Un seul mouvement, donc, peut se poursuivre indéfiniment identique à lui-même, et c'est le mouvement circulaire, le mouvement de rotation. Il apparaît, dès lors, « qu'aucune transformation [3] ne peut être perpétuelle et toujours identique à elle-même, si ce n'est le mouvement local circulaire ; οὔτ' ἄπειρός ἐστι μεταβολὴ οὐδεμία οὔτε συνεχὴς ἔξω τῆς κύκλῳ φορᾶς ».

« Tous les corps de la Nature sont mobiles de mouvement

1. ARISTOTE, *Physique*, livre VIII, ch. VIII [XII] (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 358 ; éd. Bekker, vol. I, p. 261, col. b).

2. ARISTOTE, *Physique*, livre VIII, ch. VIII [XII] (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Bekker, vol. I, p 261, col. b ; éd. Didot, t. II, p. 358). — Cf. *Physique*, livre VIII, ch. IX [XIII] (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 363 ; éd. Bekker, vol. I, p. 264, col. a).

3. ARISTOTE, *loc. cit.* (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t II, p. 363 ; éd. Bekker, vol. I, p. 265, col. a).

local [1]. La nature de chacun de ces corps est, en lui, un principe de mouvement. » En un corps simple, la nature simple ne peut produire qu'un mouvement simple ; « à chaque corps simple correspondra donc un mouvement naturel déterminé, μία ἑκάστου κίνησις ἡ κατὰ φύσιν τῶν ἁπλῶν ». En ces quelques mots, se trouve formulé l'un des principes essentiels de la Physique péripatéticienne, l'un de ceux qui fourniront, à l'encontre des hypothèses copernicaines, les plus fermes objections.

Or, il existe deux sortes de mouvements simples, le mouvement rectiligne et le mouvement circulaire ; il existera donc deux sortes de corps simples, les uns, et ce sont ceux qui nous entourent, dont le mouvement naturel sera rectiligne, les autres dont le mouvement propre sera circulaire.

« Mais le mouvement [2] qui a la suprématie sur les autres doit être le mouvement d'un corps simple dont la nature surpasse celle des autres ; or, d'une part, le mouvement circulaire a la primauté sur le mouvement rectiligne ; d'autre part, il existe des corps simples dont le mouvement rectiligne est le mouvement naturel.... Il faut donc que le mouvement de rotation soit le mouvement propre d'un certain corps simple.... Il résulte évidemment de là qu'il existe une certaine essence corporelle (τις οὐσία σώματος), différente des substances qui sont autour de nous, supérieure à toutes ces substances et plus divine qu'elles.... Quiconque tirera déduction de tout ce que nous venons de dire arrivera à croire qu'outre les corps qui sont ici-bas, autour de nous, il existe un autre corps, distinct de ceux-là, et dont la nature est d'autant plus noble que ce corps diffère plus de ceux qui sont ici. »

Une substance qui, éternellement, se meut d'un mouvement de rotation toujours de même sens « doit, selon la raison, être tenue [3] pour incapable de génération et de corruption ; elle ne peut éprouver ni dilatation ni contraction ; elle n'est sujette à aucune altération ». Toute génération, en effet, toute corruption, transforme une substance en la substance contraire, « et ces substances contraires doivent avoir des mouvements naturels en des sens opposés », tandis que la substance considérée tourne toujours dans le même sens. Toute dilatation, toute concentration est incompatible avec le simple mouvement de rotation. Toute altéra-

1. Aristote, *De Cœlo* lib. I, cap. II (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 368 ; éd. Bekker, vol. I, p. 268, col. b).
2. Aristote, *De Cœlo* lib. I, cap. II (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 369 ; éd. Bekker, vol. I, p. 269, col. a).
3. Aristote, *De Cœlo* lib. I, cap. III (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 370 ; éd. Bekker, vol. I. p. 270, col. a).

tion entraîne dilatation ou contraction, en sorte qu'elle fait assurément défaut là où ni la dilatation ni la contraction ne peuvent se produire. « Il est donc évident que le premier de tous les corps est éternel, qu'il ne peut se dilater ni se contracter, qu'il ne peut vieillir, qu'il est exempt de toute altération et de tout changement. »

« Ce corps supérieur, dit Aristote [1], qui n'est ni la terre ni le feu ni l'air ni l'eau, les anciens l'ont nommé éther (αἰθήρ) par ce qu'il court sans cesse et pour l'éternité (θεῖν ἀεί). »

La doctrine physique qu'Aristote développe le conduit ainsi à une conclusion que Platon ou Philippe d'Oponte avait déjà indiquée dans l'*Épinomide* ; aux corps célestes, il attribue une substance simple, essentiellement distincte des quatre éléments dont sont formés les corps du Monde inférieur ; de cette *cinquième essence*, il s'attache, avec un soin particulier, à définir les caractères ; incapable de génération ni de corruption, elle ne pourra ni provenir de la transmutation de quelqu'un des quatre éléments, ni se transformer en aucun d'entre eux. En constituant les cieux avec cette substance éternelle, la Physique péripatéticienne se sépare de la Physique des Pythagoriciens et de Platon ; pour ceux-ci, en effet, il n'existait que quatre éléments corporels ; composés d'un feu très pur, le Ciel et les astres n'étaient pas séparés des corps sublunaires par la barrière infranchissable qu'Aristote élève entre eux. Que d'efforts il faudra pour renverser cette barrière !

Incapable d'éprouver aucun changement, la substance du Ciel ne saurait tourner tantôt lentement et tantôt vite ; sa rotation s'accomplit donc toujours avec la même vitesse ; son mouvement est uniforme [2], « ὁμαλής ἐστι καὶ οὐκ ἀνώμαλος ». La Physique d'Aristote conduit ainsi à justifier l'axiome que Platon et les Pythagoriciens mettaient à la base de l'Astronomie mathématique : Tout mouvement propre d'un corps céleste est nécessairement circulaire et uniforme.

Le Ciel est sphérique. Parmi les figures solides, en effet, la sphère occupe le premier rang et est la plus parfaite [3] « la figure qui occupe le premier rang entre les figures convient au corps qui a la primauté sur les autres corps ; or le premier des corps est celui qui est mû par la circulation suprême ; ce corps là sera

1. ARISTOTE, *De Cœlo* lib. I, cap. III (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 371 ; éd. Bekker, vol. I, p. 270, col. b).
2. ARISTOTE, *De Cœlo* lib. II, cap. VI (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 395 ; éd. Bekker, vol. I, p. 288, col. a).
3. ARISTOTE, *De Cœlo* lib. II, cap. IV (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, pp. 393-394 ; éd. Bekker, vol. I, p. 286, col. b).

donc sphérique. Il en sera de même de celui qui lui est contigu, car ce qui est contigu à une surface sphérique est sphérique. Il en sera encore de même des choses qui se trouvent en la concavité de ces divers corps sphériques ; des choses, en effet, qui sont contenues dans une cavité sphérique et en touchent la surface interne, prennent nécessairement, en leur ensemble, une figure sphérique ; or les choses qui se trouvent au-dessous de la sphère des astres errants sont contiguës à cette sphère qui se trouve au-dessus d'elles ».

L'Univers sera donc formé d'une sphère contenant tous les corps étrangers à la substance céleste, puis d'une série de globes sphériques, concentriques à cette première sphère et contigus les uns aux autres ; ces globes seront tous formés par l'essence incorruptible. L'Astronomie des sphères homocentriques trouve ainsi, dans l'étude physique de la substance mobile mais incorruptible, la justification des hypothèses sur lesquelles elle repose.

Les étoiles, fixes ou errantes, sont formées de la même substance que l'orbe au sein duquel elles se trouvent enchâssées [1], et non point de feu, comme le croyaient nombre de physiciens antérieurs à Aristote. Elles n'ont pas d'autre mouvement [2] que le mouvement de l'orbe au sein duquel leur corps sphérique se trouve contenu. Elles n'ont pas, comme plusieurs le pensent, de mouvement de rotation sur elles-mêmes ; « que les étoiles ne tournent pas, cela est manifeste ; un corps qui tourne doit nécessairement nous présenter successivement ses divers côtés ; or ce qu'on nomme la face de la Lune se montre constamment à nous ».

Ce n'est pas assez d'avoir analysé les propriétés des mouvements locaux des corps célestes ; il nous faut maintenant enquérir des moteurs qui déterminent ces mouvements.

A tout mouvement, local ou non local, il faut un moteur.

La matière, en puissance d'une certaine forme, est privée de cette forme et la désire ; mais elle ne peut se la donner elle-même ; elle doit la recevoir par l'action d'un être où une forme de même espèce se trouve déjà en acte ; cet être est le moteur.

De là cet axiome célèbre [3] :

« Tout ce qui est en mouvement est nécessairement mû par quelque chose. Si donc il n'a pas en lui-même le principe de son

1. Aristote, *De Cælo* lib. II, cap. VII (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 397 ; éd. Bekker, vol. I, p. 289, col a).
2. Aristote, *De Cælo* lib. II, cap. VIII (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, pp. 397-398 ; éd. Bekker, vol. I, p. 290, col. a).
3. Aristote, *Physique*, livre VII, ch. I (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 333 ; éd. Bekker, p. 241, col. b).

mouvement, il est évidemment mû par un autre. — Ἅπαν τὸ κινούμενον ἀνάγκη ὑπό τινος κινεῖσθαι. Εἰ μὲν οὖν ἐν ἑαυτῷ μὴ ἔχει τὴν ἀρχὴν τῆς κινήσεως, φανερὸν ὅτι ὑφ' ἑτέρου κινεῖται. »

Certains êtres sont les principes de leur propre mouvement ; en eux, la même substance est, à la fois, mobile et moteur ; ces êtres sont les êtres animés. Si les orbes célestes étaient des êtres animés, il n'y aurait pas lieu de chercher leurs moteurs hors d'eux-mêmes. Mais Aristote n'admet pas que les sphères formées par l'essence céleste soient animées ; en elles, la substance mue n'est pas la même que la substance qui meut ; il faut, à ces sphères, attribuer des moteurs qui en soient distincts.

Que des corps inanimés « se meuvent eux-mêmes [1], cela est évidemment impossible ; c'est, en effet, vital et propre aux êtres animés. — Τό τε γὰρ αὐτὰ ὑφ' αὑτῶν φάναι ἀδύνατον · ζωτικόν τε γὰρ τοῦτο καὶ τῶν ἐμψύχων ἴδιον ».

Une sphère céleste [2] ne saurait donc se mouvoir s'il n'existait, de son mouvement, une cause en acte (ἐνεργείᾳ αἴτιον), car la matière céleste ne saurait se mouvoir d'elle-même ; d'ailleurs, comme ce mouvement est éternel, il requiert un moteur éternel, partant, une substance qui, éternellement et toujours de la même manière, soit en acte ; dès lors, en une telle substance, il n'y aura rien qui soit en puissance ; elle sera acte pur et séparée de toute matière. Les moteurs célestes seront forcément des substances immatérielles.

Le Ciel suprême [3] est éternel et mobile d'un mouvement perpétuel et uniforme ; le moteur de ce Ciel sera une substance immatérielle, acte pur sans aucun mélange de puissance, partant immobile. Comment ce premier moteur, immatériel et immobile, peut-il mouvoir l'orbe des étoiles fixes ? La matière, nous l'avons vu, désire la forme comme l'épouse désire l'époux, comme ce qui est laid désire la beauté. Cet amour, ce désir, est le principe de tous les mouvements qui se produisent en la matière ; il est, en particulier, le principe du mouvement du Ciel suprême.

Le premier moteur meut ce Ciel parce qu'il est intelligible et désirable, et c'est ainsi qu'il le peut mouvoir tout en restant immobile. Lorsque l'intelligence a compris que quelque chose est beau, le désir de cette belle chose naît en la volonté ; l'intelligible devient désirable et, par là, cause de mouvement. Ainsi la sub-

1 Aristote, *Physique*, livre VIII, ch. IV (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 348 ; éd. Bekker, vol. I, p. 255, col. a).

2. Aristote, *Métaphysique*, livre XI, ch. VI (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 604 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1071, col. b).

3. Aristote, *Métaphysique*, livre XI, ch. VII (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 605 ; éd. Bekker, p. 1072, coll. a et b).

stance simple, immatérielle, immobile qui est Dieu détermine, en la matière de l'orbe suprême, l'admiration et le désir d'où résulte, en cet orbe, une rotation uniforme et éternelle.

Mais la rotation éternelle et uniforme que le premier moteur communique au Ciel est unique ; or l'Astronomie [1] nous révèle qu'il y a, en la substance céleste, d'autres rotations que la rotation diurne de l'orbe suprême, savoir, les rotations diverses dont résultent les mouvements propres apparents des astres errants. « Il faut donc, pour les raisons précédemment indiquées, qu'il existe tout autant de substances éternelles par nature et de soi immobiles », qui seront les moteurs de ces diverses rotations. « Il est, dès lors, évident qu'il existe de semblables substances et que l'ordre dans lequel se rangent les diverses rotations dont les astres sont mûs désigne quelle est la première de ces substances, quelle la seconde. »

Si nous voulons connaître le nombre des substances immatérielles et divines qui meuvent les sphères célestes, si nous désirons être instruits de la hiérarchie suivant laquelle s'ordonnent ces substances, il nous faudra rechercher quelles sont les diverses rotations uniformes en lesquelles se décomposent les mouvements des astres errants.

Cette recherche dépend de l'Astronomie mathématique. Aussi Aristote est-il amené à nous faire connaître les résultats auxquels cette science a conduit Eudoxe et Calippe, à compléter ces résultats par l'introduction des sphères compensatrices. Lorsque le Philosophe a terminé l'énumération des orbes célestes, il conclut en ces termes : « Tel est le nombre des sphères. Nous devons raisonnablement admettre qu'il existe un même nombre d'essences sensibles et un même nombre d'essences qui sont principes immobiles.— Τὸ μὲν οὖν πλῆθος τῶν σφαιρῶν ἔστω τοσοῦτον, ὥστε καὶ τὰς ουσίας καὶ τὰς ἀρχὰς τὰς ἀκινήτους καὶ τὰς αἰσθητὰς τοσαύτας εὔλογον ὑπολαβεῖν ».

La Physique d'Aristote aboutit ainsi à une conclusion bien voisine de celle qu'avait formulée la Philosophie platonicienne. A l'Astronomie mathématique, l'Auteur de la *Métaphysique* assigne le même objet que l'Auteur des *Lois* ; cette science nous doit enseigner avec exactitude combien il y a d'intelligences divines, selon quel ordre elles se subordonnent les unes aux autres et au Dieu suprême ; pour l'un comme pour l'autre, le géomètre qui cherche à *sauver* les mouvements apparents des astres errants en

1. ARISTOTE, *Métaphysique*, livre XI, ch. VIII (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot t. II, pp. 606-608 ; éd. Bekker, vol. II, pp. 1073-1074).

composant entre elles des rotations uniformes accomplit une tâche sacrée ; il pose les bases d'une Théologie rationnelle.

VII

LES DEUX INFINIS

La théorie de la substance céleste repose essentiellement, selon la Physique d'Aristote, sur ces deux principes :

Le mouvement de la substance céleste doit se poursuivre éternellement avec une vitesse invariable.

Un mouvement uniforme ne peut pas se poursuivre éternellement en ligne droite.

Ce dernier principe est, lui-même, une conséquence de cette autre proposition : Comme il n'y a rien hors du Monde, ni plein, ni lieu, ni vide, il n'y a pas de ligne droite qui puisse être effectivement prolongée hors des bornes du Monde ; il n'existe pas de ligne droite infiniment longue.

Aux principes, donc, qui dirigent la théorie péripatéticienne de la substance céleste, se rattache l'enseignement que le Stagirite donnait au sujet de l'infini ; très sommairement, indiquons ici quel était cet enseignement [1].

Lorsqu'Aristote considère l'infiniment grand et l'infiniment petit, il se place à un point de vue absolument distinct de celui qu'a choisi le mathématicien [2] ; il est essentiel de faire cette remarque, faute de laquelle certaines affirmations du Stagirite pourraient être taxées d'absurdité.

Le mathématicien traite seulement de notions abstraites conçues par sa raison (ἐπὶ τῆς νοήσεως) ; c'est dans ce domaine purement intellectuel qu'il pose la possibilité de surpasser toute grandeur par voie d'addition, toute petitesse par voie de subdivision ; le Philosophe laisse libre cours à cette fantaisie, car il se propose de discourir des mêmes questions, mais au point de vue du réel (ἐπὶ τοῦ πράγματου) ; il parlera, lui aussi, des opérations dont parle le

1. On trouvera un exposé très documenté de cet enseignement dans : Kurd Lasswitz, *Geschichte der Atomistik vom Mittelalter bis Newton* ; Erster Band : *Die Erneuerung der Korpuskulartheorie*, pp. 79-134. Berlin et Leipzig, 1890. Voir également : G. Milhaud, *Études sur la pensée scientifique chez les Grecs et chez les Modernes* ; III. *Aristote et les Mathématiques*. Paris, 1906.

2. Aristote, *Physique*, livre III, ch. VII (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 284 ; éd. Bekker, vol. I, p. 207, col. b).

mathématicien, de l'addition, de la division ; mais, par ces mots, il n'entendra pas signifier des opérations purement conçues ; il désignera des opérations réellement effectuées sur des choses concrètes.

La pensée d'Aristote au sujet de ce que nous nommerions aujourd'hui l'infiniment petit n'a rien qui nous puisse surprendre[1] ; la subdivision (ἀφαιρέσις ou διαιρέσις) d'une grandeur continue quelconque, ligne, surface ou volume, se peut poursuivre indéfiniment ; jamais elle n'atteindra un terme au-delà duquel elle deviendrait impossible. « On ne saurait marquer une partie si petite d'une grandeur que l'on ne puisse, par division, en obtenir une plus petite ». Toute grandeur est donc, *en puissance* (δυνάμει), divisible à l'infini, « car il n'est pas difficile de prouver la non-existence des lignes insécables ».

Aristote, en effet, accable de ses arguments les atomes de Leucippe et de Démocrite Au sixième livre des *Physiques*, dans son opuscule *Sur les lignes insécables*, enfin en divers passages du *De Cælo*, il s'acharne à démontrer qu'il ne saurait exister de grandeur continue indivisible.

Plus singulière assurément, et plus contraire à nos habitudes d'esprit, est la théorie que le Stagirite propose au sujet de l'infiniment grand.

Et d'abord, une grandeur infinie peut elle exister *en acte* (ἐνεργείᾳ) ? Certainement non. « Il n'existe pas de corps actuellement infini — Ἐνεργείᾳ οὐκ ἔστι σῶμα ἄπειρον »[2]. C'est un des axiomes fondamentaux de la philosophie d'Aristote. Le Monde n'est pas infini ; la surface externe de l'orbe des étoiles fixes en marque la borne, au-delà de laquelle il n'y a et il ne peut y avoir aucun corps ; aucun volume donné en acte, c'est-à-dire réalisé par un corps concret, ne peut être plus grand que le volume de la sphère qu'enclôt cette surface ; aucune ligne droite réelle ne peut surpasser en longueur le diamètre de cette sphère.

S'il n'existe pas de grandeur infinie actuelle, peut-on prétendre, du moins, qu'une grandeur infinie existe *en puissance* ? Et d'abord, quel serait le sens d'une telle affirmation[3] ?

Supposons que l'on prenne une grandeur réelle et concrète, puis une autre, puis encore une autre ; supposons que chacune de

1. Aristote, *Physique*, livre III, ch. VI (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 282 ; éd. Bekker, vol. I, p. 206, col. a).
2. Aristote, *De Cælo*, lib. I, cap. VII (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 378 ; éd. Bekker, vol. I, p. 276, col. a).
3. Aristote, *Physique*, livre III, ch. VI (Aristotelis, *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 281 ; éd. Bekker, vol. I, p. 206, col. a).

ces grandeurs soit finie et qu'elle soit réalisée à l'aide d'un corps distinct de ceux où se trouvent réalisées les grandeurs qui ont été prises auparavant ; admettons que cette opération puisse se répéter sans fin et que, par cette addition indéfiniment continuée, nous arrivions à surpasser n'importe quelle grandeur assignée d'avance ; nous aurions affaire à un infiniment grand en puissance.

Mais cet infini en puissance n'existe pas plus que l'infini en acte [1], et il n'existe pas précisément parce que l'infini en acte ne peut pas être. « S'il advient qu'une chose soit de telle grandeur en puissance, il faut qu'il lui arrive d'atteindre la même grandeur d'une manière actuelle. Ὅσον γὰρ ἐνδέχεται δυνάμει εἶναι, καὶ ἐνεργείᾳ ἐνδέχεται τοσοῦτον εἶναι. »

Puisque le Monde est fini, il est des grandeurs, savoir les dimensions mêmes du Monde, qu'aucune grandeur concrète ne saurait surpasser. On ne peut pas, par une opération réelle, former une grandeur qui dépasse n'importe quelle grandeur de même espèce donnée d'avance, « car il faudrait que quelque chose pût être plus grand que le Ciel, εἴη γὰρ οὔν τι τοῦ Οὐρανου μεῖζον.

Lors donc qu'on marche, par voie de division, dans le sens des grandeurs décroissantes, on peut, sans être arrêté par aucune impossibilité, parvenir à une grandeur plus petite que n'importe quelle limite assignée d'avance ; lorsqu'au contraire on progresse, par voie d'addition, dans le sens des grandeurs croissantes, on atteint forcément une limite que l'on ne saurait franchir.

Ce que nous venons de constater dans le domaine des grandeurs ou quantités continues, nous le constatons, mais en ordre inverse, dans le domaine des nombres ou quantités discontinues [2]. Par le nom de nombre, Aristote désigne, d'ailleurs, exclusivement le nombre entier.

Si l'on suit l'ordre des nombres décroissants, on aboutit à un terme, plus petit que tous les autres, que l'on ne peut franchir, car aucun nombre n'est plus petit que l'unité.

Si l'on progresse, au contraire, dans la série des nombres croissants, on peut marcher indéfiniment ; on parviendra toujours à des nombres qui surpassent n'importe quelle multitude donnée. A l'inverse de la grandeur, le nombre est infiniment grand en puissance.

D'ailleurs, le nombre infini en acte n'existe pas plus que la

1. ARISTOTE, *Physique*, livre III, ch. VII (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 283 ; éd. Bekker, vol. I, p. 207, col. b).
2. ARISTOTE, *Physique*, livre III, ch. VI et ch. VII.

grandeur infinie en acte ; il est de la nature de l'infini de ne pouvoir jamais exister d'une manière actuelle, de n'être pas susceptible d'un autre mode d'existence que d'une existence en puissance, d'une existence inachevée.

Lorsque nous parlons, en effet [1], de l'existence en puissance de l'infini, il ne faut pas prendre ce mot : *puissance*, dans son sens habituel. Si nous disons par exemple : Ce bloc de marbre est une statue en puissance, nous voulons dire que cette statue sera, un jour, réalisée d'une manière actuelle. Lorsqu'au contraire, nous parlons d'un infini en puissance, nous n'entendons aucunement que cet infini arrivera à l'existence actuelle. D'une manière précise, voici en quoi consiste l'infini : C'est une opération où, sans cesse, on prend quelque chose de nouveau ; ce qui est déjà pris d'une manière actuelle demeure toujours fini ; mais toujours, aussi, il reste à prendre une chose différente de celles qui ont été prises auparavant : « Οὐ δεῖ δὲ τὸ δυνάμει ὂν λαμβάνειν, ὥσπερ εἰ δυνατὸν τοῦτ' ἀνδριάντα εἶναι, ὡς καὶ ἔσται τοῦτ' ἀνδριάς, οὕτω καὶ ἄπειρόν τι, ὃ ἔσται ἐνεργείᾳ.... Ὅλως μὲν γὰρ οὕτως ἐστὶ τὸ ἄπειρον, τῷ ἀεὶ ἄλλο καὶ ἄλλο λαμβάνεσθαι, καὶ τὸ λαμβανόμενον μὲν ἀεὶ εἶναι πεπερασμένον, ἀλλ' ἀεί γε ἕτερον καὶ ἕτερον. Il ne faut donc pas concevoir l'infini comme quelque chose de déterminé, à la façon d'un homme ou d'une maison, mais à la façon dont on parle du jour présent ou du combat qui se livre sous nos yeux ; ces choses, en effet, ne possèdent pas l'existence sous forme d'une subsistance permanente, mais elles la possèdent en une perpétuelle génération et en un perpétuel anéantissement ; bien qu'il demeure toujours fini, ce fini change sans cesse. Ὥστε τὸ ἄπειρον οὐ δεῖ λαμβάνειν ὡς τόδε τι, οἷον ἄνθρωπον ἢ οἰκίαν, ἀλλ' ὡς ἡ ἡμέρα λέγεται καὶ ὁ ἀγών, οἷς τὸ εἶναι οὐχ ὡς οὐσία τις γέγονεν, ἀλλ' ἀεὶ ἐν γενέσει ἢ φθορᾷ, εἰ καὶ πεπερασμένον, ἀλλ' ἀεί γε ἕτερον καὶ ἕτερον ».

Tel est, en peu de mots, l'enseignement d'Aristote au sujet de l'infini.

VIII

LE TEMPS

Dans l'étude de la substance céleste, nous avons vu Aristote, fidèle à sa méthode, prendre pour point de départ les données de

1. Aristote, *Physique*, livre III, ch. VI (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 281 ; éd. Bekker, vol. I, p. 206, col. a).

la perception sensible ; puis, s'élevant peu-à-peu au-dessus de ce premier degré, atteindre enfin une doctrine théologique ; cette doctrine, d'ailleurs, ressemble extrêmement à celle que Platon, inspiré sans doute par les Pythagoriciens, avait atteinte, directement et immédiatement, par l'intuition.

C'est une remarque toute semblable qui s'offrira à notre esprit lorsque nous aurons recueilli l'enseignement qu'Aristote donnait au sujet du temps et lorsque nous l'aurons comparé à celui qu'il avait reçu d'Archytas de Tarente.

Qu'est-ce que le temps ? Voici la définition qu'en donne Aristote [1] :

« Le temps est le nombre relatif au mouvement, lorsque l'on considère celui-ci comme présentant une partie qui précède et une partie qui suit — Ὁ χρόνος ἀριθμός ἐστι κινήσεως κατὰ τὸ πρότερον καὶ ὕστερον. » « Et en effet, nous acquérons [2] la connaissance du temps lorsque nous partageons le mouvement de manière à distinguer ce qui vient avant et ce qui vient après ; toutes les fois que nous percevons, dans un mouvement, l'existence de ce qui précède et de ce qui suit, nous disons qu'un temps s'est écoulé. »

Dans cette définition d'Aristote, nous avons traduit littéralement le mot ἀριθμός par *nombre* ; peut-être vaudrait-il mieux dire *énumération* et paraphraser ainsi la formule du Stagirite : Le temps est ce qui permet d'énumérer les états pris par une chose en mouvement en les rangeant dans l'ordre de succession.

De la notion d'un mouvement, quel qu'il soit, on ne peut donc disjoindre la notion de temps ; nous disons [3] « qu'il y a temps s'il y a mouvement, et qu'il y a mouvement s'il y a temps — Καὶ τὸν χρόνον, ἂν ἡ κίνησις· καὶ τὴν κίνησιν, ἂν ὁ χρόνος. »

Entre le temps et le mouvement, le lien est si intime qu'une sorte de réciprocité s'établit entre eux. « Nous mesurons [4] le mouvement à l'aide du temps et le temps à l'aide du mouvement — Τῷ μὲν γὰρ χρόνῳ τὴν κίνησιν, τῇ δὲ κινήσει τὸν χρόνον μετροῦμεν. » Un grand voyage est un voyage de longue durée ; un long temps est un temps pendant lequel s'accomplit un grand mouvement. Ces deux mesures du temps et du mouvement sont, d'ailleurs, inséparablement liées à la mesure de la longueur parcourue au cours de

1. ARISTOTE; *Physique*, livre IV, ch. XI [XVIII] (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot t. II, p. 302 ; éd. Bekker, vol. I, p. 220, col. a).
2. ARISTOTE, *Physique*, livre IV, ch. XI [XVI] (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 300 ; éd. Bekker, vol. I, p. 219, col. a).
3. ARISTOTE, *Physique*, l. IV, ch. XII [XVIII] (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 303 ; éd. Bekker, vol. I, p. 220, col. b).
4. ARISTOTE, *Ibid.*, éd. Didot, p. 302 ; éd. Bekker, p. 220, col. b.

ce mouvement ou décrite pendant ce temps ; car nous mesurons [1] la longueur par le mouvement et le mouvement par la longueur — Καὶ μετροῦμεν καὶ τὸ μέγεθος τῇ κινήσει, καὶ τὴν κίνησιν τῷ μεγέθει. » Ainsi « le mouvement [2] est lié à la longueur et le temps au mouvement. — Ἀκολουθεῖ γὰρ τῷ μὲν μεγέθει ἡ κίνησις, τῇ δὲ κινήσει ὁ χρόνος. »

Aristote nous a montré comment la notion de temps se formait nécessairement en notre esprit lorsque nous considérions les états successifs qui se produisent au cours d'un mouvement. Mais le temps n'est-il qu'une idée conçue par notre esprit ou bien a-t-il une réalité indépendante de cet esprit ? Pour parler comme les philosophes de notre époque, le temps est-il purement subjectif ou bien existe-t-il un temps objectif? Cette question, le Stagirite la pose en ces termes [3] : « On pourrait se demander si le temps existerait ou non, au cas où l'âme n'existerait pas ; en effet, s'il ne peut exister aucun être capable de compter, il ne peut rien exister qui soit susceptible d'être compté ; il est donc manifeste qu'il ne peut pas même y avoir de nombre, car le nombre, c'est ce qui est compté ou ce qui peut être compté : dès lors, si l'âme et, dans l'âme, la raison est le seul être doué d'une nature qui lui permette de compter, il serait impossible que le temps existât si l'âme n'existait pas. »

A ce doute, Aristote répond :

« Si le mouvement peut être indépendamment de l'âme, le temps aura une existence de cette même sorte ; le passé et le futur, en effet, existent dans le mouvement ; or, en tant qu'ils sont susceptibles d'être comptés, ils constituent le temps. »

Cette réponse suppose que l'objection était sans fondement, qu'une réalité peut demeurer susceptible d'être comptée alors même qu'il n'existerait aucune intelligence capable de la compter. Et c'est effectivement ce qu'admet Aristote [4]. Dans une multitude d'êtres réellement existants, réside un caractère, indépendant de toute intelligence capable de compter, et que les philosophes modernes nommeraient le nombre objectif ; le Stagirite le nomme nombre nombrable, ἀριθμὸς ἀριθμούμενος, *numerus numerabilis*. Lorsque l'intelligence compte cette multitude, il se forme en elle une idée que nous nommerions le nombre subjectif et que les *Physiques* appellent nombre compté, ἀριθμὸς ἀριθμητός, *numerus nume-*

1. Aristote, *Ibid.*, éd. Didot, p. 303 ; éd. Bekker, p. 220, col. b.
2. Aristote, *Ibid.*, éd. Didot, p. 302 ; éd. Bekker, p. 220, col. b.
3. Aristote, *Physique*, livre IV, ch. XIV [XX] (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 306 ; éd. Bekker, vol. I, p. 223, col. a).
4. Aristote, *Physique*, livre IV, ch. XII [XVI] (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 301 ; éd. Bekker, vol. I, p. 220, col. b).

ratus. Le temps est un nombre nombrable ; il n'est pas un nombre compté, un de ces nombres par lesquels nous comptons : « Ὁ δὴ χρόνος ἐστι τὸ ἀριθμούμενον καὶ οὐχ ᾧ ἀριθμοῦμεν. » A ce titre, le temps, nombre du mouvement, peut exister hors de l'âme, comme le mouvement lui-même.

La définition qu'Aristote donne du temps : « Ὁ χρόνος ἀριθμός ἐστι κινήσεως κατὰ τὸ πρότερον καὶ ὕστερον » rappelle assurément celle qu'a donnée Archytas de Tarente : « Ἐστὶν ὁ χρόνος κινάσιός τινος ἀριθμός. » Simplicius, cependant, nous a avertis [1] de ne nous point laisser duper par la similitude apparente de ces deux formules. Archytas a en vue un mouvement singulier, le mouvement primordial de la Nature, immédiatement émané du mouvement interne de l'Ame du Monde, cause première de tous les mouvements partiels que nous pouvons observer. Aristote, au contraire, découvre le temps dans la considération de n'importe quel mouvement, que ce mouvement soit un changement de lieu, de grandeur ou de qualité ; dans tout mouvement, en effet, se rencontrent des états successifs qui sont passés ou futurs les uns par rapport aux autres, et le dénombrement de ces états constitue le temps.

« Le nombre considéré par Archytas, dit Simplicius [2], ne diffère pas beaucoup du nombre dont parle Aristote ; Aristote, en effet, considère la mesure adventice et venue du dehors de la continuité du mouvement ; Archytas, au contraire, prend la mesure spontanée et naturelle du mouvement même, et non point, comme Aristote, la mesure venue du dehors. »

En dépit de ce rapprochement, la différence des deux définitions est assez grande pour qu'Aristote soit tenu de répondre à toute une série de questions qu'Archytas n'avait pas à se poser.

La première de ces questions est celle-ci : Puisque tout mouvement nous peut donner la notion de temps, la considération de mouvements différents ne nous fournira-t-elle pas des temps différents ? Voici comment Aristote expose la difficulté et comment il la résout [3] :

« On pourrait se demander quel est le mouvement dont le temps est le nombre ? N'est-il pas le nombre de n'importe quel mouvement ? Toute génération, en effet, a lieu dans le temps, et aussi toute destruction ; toute dilatation, toute altération se produit dans le temps, non moins que tout mouvement local. Or, toutes les fois qu'il y

1. Simplicii *In Aristotelis categorias commentarium*. Edidit Carolus Kalbfleisch. Berolini, MCMVII. Περὶ τοῦ ποτὲ καὶ ποῦ, p. 350.
2. Simplicius, *loc. cit*, p. 351.
3. Aristote, *Physique*, livre IV, ch. XIV [XX] (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, p. 306 ; éd. Bekker, vol. I, p. 223, coll. a et b).

a mouvement, il y a nombre de ce mouvement particulier. Le temps est donc le nombre d'un mouvement continu absolument quelconque, et non pas le nombre d'un certain mouvement particulier. Mais il arrive alors qu'il se produit deux mouvements divers, et le temps sera le nombre de chacun de ces mouvements. Le temps sera-t-il différent pour ces divers mouvements ? Existera-t-il, à la fois, deux temps égaux ou non ?

» Il existera un seul et même temps, [qui s'écoulera, en ces deux mouvements,] d'une manière semblable et simultanée ; et si ces deux temps n'étaient pas simultanés, ils seraient encore de la même espèce. De même, si l'on avait d'une part des chiens, d'autre part des chevaux, et qu'ils fussent sept de part et d'autre, on aurait un même nombre. Ainsi pour des mouvements qui s'accomplissent simultanément, il y a un seul et même temps, que ces mouvements soient ou non également vites ; et cela, lors même que l'un d'eux serait un mouvement local et l'autre une altération ; le temps [défini par ces deux mouvements] est le même, pourvu seulement que le nombre de l'altération soit égal au nombre du mouvement local, et que ces deux mouvements soient simultanés. Par conséquent, les mouvements peuvent être autres et se produire indépendamment l'un de l'autre ; de part et d'autre, le temps est absolument le même, en sorte qu'il existe un seul et même nombre pour des mouvements qui ont des durées égales et qui se produisent simultanément. »

N'importe quel mouvement, donc, peut servir à définir le temps, et quel que soit le mouvement que l'on considère, on aboutira toujours à définir le même temps. Ce n'est pas à dire qu'il soit indifférent de choisir tel mouvement plutôt que tel autre, lorsqu'il s'agit de mesurer le temps.

La mesure, en effet, doit être de même espèce que les objets qu'elle sert à mesurer, mais elle doit aussi, par rapport à ces objets, jouer le rôle de principe (ἀρχοειδής), de telle manière que ceux-ci puissent être regardés comme composés au moyen de celle-là ; c'est un principe essentiel de la Philosophie péripatéticienne. Partant, la mesure du mouvement à laquelle se ramène, nous le savons, la mesure du temps, doit être fournie par un mouvement, mais par un mouvement qui soit le principe des autres mouvements.

Or, Aristote enseigne [1] que le mouvement local précède par nature et détermine tous les autres mouvements, les générations

1. ARISTOTE, *Physique*, livre VII, c. VII [X] (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, pp. 356-357 ; éd. Bekker, vol. I, pp. 260-261).

et les corruptions, les dilatations et les contractions, les altérations de toutes sortes ; d'ailleurs [1], parmi les mouvements locaux, il en est un seul qui puisse être éternel, en sorte que celui-là est nécessairement le principe de tous les autres ; ce mouvement-là, c'est le mouvement uniforme de rotation ; de même que le mouvement local est le premier des mouvements, de même, la rotation uniforme est le premier des mouvements locaux.

C'est donc la rotation uniforme qui doit servir de mesure à tous les mouvements [2]. « Puisque la rotation uniforme est la mesure des mouvements, il faut qu'elle soit le premier des mouvements ; toutes les choses, en effet, sont mesurées à l'aide de ce qui est premier par rapport à elles (ἅπαντα γὰρ μετρεῖται τῷ πρώτῳ). Et parce qu'elle est le premier des mouvements, elle est la mesure des autres. »

Or la mesure du temps se ramène à la mesure du mouvement ; c'est donc à un mouvement de rotation uniforme que l'on devra demander la mesure du temps.

Tout le raisonnement qui nous a conduit à cette conclusion, Aristote le résume en ces termes [3] :

« Le premier des mouvements est le mouvement local, et le premier des mouvements locaux est la rotation ; d'ailleurs, toutes choses sont dénombrées à l'aide d'une chose du même genre, un ensemble d'unités à l'aide d'une unité, des chevaux à l'aide d'un cheval ; de même, le temps doit être compté au moyen d'un certain temps bien déterminé ; or, nous l'avons dit, le mouvement mesure le temps et, réciproquement, le temps mesure le mouvement ; et cela a lieu parce qu'à l'aide d'un mouvement déterminé en durée, on peut mesurer à la fois la grandeur du mouvement et la durée du temps ; si donc ce qui est premier est la mesure de toutes les choses de même genre, la rotation uniforme est la mesure par excellence, car elle est le mouvement dont le nombre est le mieux connu. »

Dans ce passage, Aristote semble prendre pour mesure du temps un mouvement quelconque de rotation uniforme ; mais, pour peu que l'on tienne compte des principes souvent invoqués au *De Cælo* et dans la *Métaphysique*, il est aisé de deviner qu'il songe à une rotation uniforme particulière.

1. ARISTOTE, *Physique*, livre VIII, ch. VII [XI] (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, pp. 357-358 ; éd. Bekker, vol. I, p. 261) ; livre VIII, ch. IX [XIII et XIV] ; (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 363 ; éd. Bekker, vol. I, p. 265).
2. ARISTOTE, *Physique*, livre VIII, ch. IX [XIV] (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 363 ; éd. Bekker, vol. I, p. 265, col. b).
3. ARISTOTE, *Physique*, livre IV, ch. XIV [XX] (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 306-307 ; éd. Bekker, vol. I, p. 223, col. b).

Le mouvement de rotation uniforme est le seul qui puisse se reproduire sans fin ; il est donc le seul qui puisse convenir à cette substance incorruptible qui forme le Ciel ; partant, le Ciel est formé de couches sphériques concentriques emboîtées les unes dans les autres, et chacun de ces orbes a pour mouvement propre une rotation uniforme.

Mais en chacun de ces orbes, la rotation propre se compose avec toutes les rotations qui lui sont transmises par les orbes qui l'enveloppent. Il est donc un seul orbe dont le mouvement total, le mouvement observable se réduise à une simple rotation uniforme, et cet orbe, c'est la sphère suprême, la sphère des étoiles fixes. Il est clair que la rotation uniforme qui doit servir de mesure au temps, c'est, en définitive, la rotation du ciel des astres inerrants, de l'orbe qu'Aristote appelle simplement la sphère dans cette phrase [1] par laquelle il conclut le passage cité tout à l'heure :

« C'est pourquoi il semble que le temps soit le mouvement de la sphère ; c'est par ce mouvement-là, en effet, que sont mesurés tous les autres mouvements, et le temps est, lui aussi, mesuré par ce même mouvement. Διὸ καὶ δοκεῖ ὁ χρόνος εἶναι ἡ τῆς σφαίρας κίνησις, ὅτι ταύτῃ μετροῦνται αἱ ἄλλαι κινήσεις, καὶ ὁ χρόνος ταύτῃ τῇ κινήσει. »

Insistons un moment sur l'interprétation que nous avons proposé d'attribuer à ce passage essentiel. Peut-être pourrait-on penser que les mots : ἡ τῆς σφαίρας κίνησις ne s'appliquent pas seulement au mouvement de la sphère céleste, qu'ils signifient simplement le mouvement qui convient à toute sphère, le mouvement de rotation en général. Des commentateurs autorisés nous assurent que l'exacte pensée d'Aristote est bien celle que nous lui avons prêtée.

Déjà, à propos de ce passage, Alexandre d'Aphrodisias, cité par Simplicius [2], parle de la succession des jours et des nuits. Mais Thémistius, dans sa *Paraphrase des Physiques* d'Aristote, est plus explicite et plus précis : « Quel sera donc, dit-il [3], ce premier mouvement qui doit servir à mesurer le temps ? Ce sera un mouvement local, mais non pas n'importe lequel ; ce sera le mouvement local qui est la révolution de tout l'Univers (φορὰ δέ ἐστι καὶ φορᾶς ἡ τοῦ παντὸς κυκλοφορία). » Thémistius montre alors comment l'année est

1. Aristote, *Physique*, livre IV, ch. XIV [XX] (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 307 ; éd. Bekker, vol. I, p. 223, col. a).

2. Simplicii *In Aristotelis Physicorum libros quattuor priores commentaria*. Edidit Hermannus Diels. Berolini, 1882. Lib. IV, cap. XIV, p. 768.

3. Themistii *In Aristotelis Physica paraphrasis*. Edidit Henricus Schenkl. Berolini, 1890. Lib. IV, cap. XIV, p. 163.

un certain nombre de mois, le mois un certain nombre de jours, le jour un certain nombre d'heures, en sorte que toute mesure du temps se ramène à l'heure : « L'heure, en effet, est un temps, et elle réclame une fraction déterminée de la rotation du Monde ; elle est donc la raison et la mesure de tous les mouvements ». Et notre commentateur conclut en ces termes : « Ceux-là donc n'ont pas émis une opinion déraisonnable qui ont dit : Le temps, c'est le mouvement de rotation du Ciel. — Οὐκ ἀλόγως οὖν ἔδοξέ τισι χρόνον εἶναι τὴν κίνησιν τῆς περιφορᾶς τοῦ οὐρανοῦ. »

Nous voici parvenus à la conclusion de la théorie du temps qu'expose la *Physique* d'Aristote ; or cette conclusion vient rejoindre presque exactement l'enseignement de Platon et le principe posé par Archytas de Tarente.

Aristote est parti de cette proposition : Le temps est ce qui dénombre la succession dans n'importe quel mouvement. Mais les règles qu'il applique en toute circonstance où il lui faut choisir une mesure ne lui permettent pas de prendre, pour mesurer le temps, n'importe quel mouvement ; il lui faut chercher un mouvement qui soit premier par rapport aux autres et qui soit, en même temps, très bien connu ; il est ainsi conduit à mesurer le temps à l'aide du mouvement de la sphère des étoiles fixes ; grâce à cette conclusion, « le temps *paraît* être le mouvement même de la sphère suprême ».

Dès lors, comme l'écrivait Thémistius, « ceux-là n'ont pas émis une opinion déraisonnable qui ont dit : Le temps, *c'est* le mouvement de rotation du Ciel ». En effet, leur seule erreur est d'avoir pris pour essence du temps ce qui n'en est que la mesure. C'est cette erreur, sans doute, qu'Aristote avait voulu reprendre lorsqu'il s'était élevé [1] contre la méprise de « ceux qui prétendent que le temps, c'est le mouvement de l'Univers, ou de ceux qui l'identifient avec la sphère même ».

Le mouvement diurne de la sphère suprême, qui est nécessairement la mesure du temps, est le seul mouvement qui soit directement produit par le premier Moteur immobile. « Le mouvement local est le premier des changements [2] ; la rotation est le premier des mouvements locaux ; or cette rotation, c'est lui qui la meut. » Ce mouvement diurne de la sphère des étoiles fixes est, d'ailleurs, un mouvement universel ; non seulement il se transmet à toutes

1. Aristote, *Physique*, livre IV, ch. X [XV] (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 99 ; éd. Bekker, vol. I, p. 218, col. b).
2. Aristote, *Métaphysique*, livre XI, ch. VII (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 605 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1072, col. b).

les sphères célestes que contient l'orbe inerrant, mais encore son action s'exerce dans le monde sublunaire ; pour les choses susceptibles de génération et de corruption qui composent ce monde-là, il est le principe de la permanence : aussi le Stagirite le nomme-t-il [1] : « le mouvement local simple de l'Univers, que meut l'Essence première et immobile — Τὴν τοῦ παντὸς τὴν ἁπλῆν φοράν, ἣν κινεῖν φαμὲν τὴν πρώτην οὐσίαν καὶ ἀκίνητον. »

La conclusion d'Aristote pourrait donc se formuler ainsi : Le temps est le nombre du mouvement universel directement produit par le premier Moteur immobile. Ainsi formulée, cette conclusion apparaît fort semblable à la définition du temps posée par Archytas de Tarente ; pour celui-ci, en effet, le temps est le nombre du mouvement universel immédiatement émané de l'Ame du Monde. Ainsi se trouve mis en évidence le lien qui unit la théorie péripatéticienne du temps à la théorie pythagoricienne.

A la vérité, entre la doctrine d'Aristote et celle d'Archytas, il est une différence très apparente et que l'on ne peut pas ne pas signaler ; c'est la Grande Année qui, pour Archytas, est l'unité de temps, tandis qu'au gré d'Aristote, cette unité est le jour sidéral. Mais un simple changement d'unité ne saurait dissimuler la profonde analogie qui rapproche les pensées de ces deux philosophes au sujet de la nature du temps. Il semble, d'ailleurs, que l'enseignement de Platon établisse comme une transition entre celui d'Archytas et celui d'Aristote ; le *Timée* prend soin, en effet de marquer le changement d'unité qui permet de passer de l'un à l'autre ; la Grande Année n'y est plus prise pour unité de temps ; mesurée « à l'aide de ce qui reste toujours le même et de ce qui a une marche uniforme (τοῦ ταὐτοῦ καὶ ὁμοίως ἰόντος) », c'est à-dire du jour sidéral, durée de rotation de la sphère inerrante, la Grande Année fournit le nombre parfait du temps, le τέλεος ἀριθμὸς χρόνου.

Entre les deux doctrines qu'Archytas et Aristote ont exposées touchant la nature du temps, la parenté se manifeste à nous. Mais l'opposition n'est pas moins évidente entre les méthodes qui ont conduit ces deux philosophes à des doctrines si semblables. Archytas a reçu ses principes des dogmes de la Théologie pythagoricienne ; c'est de l'expérience qu'Aristote a tiré les siens.

1. Aristote, *Métaphysique*, livre XI, ch. VIII (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 606 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1073, col. a).

IX

L'ESPACE ET LE VIDE

Nous avons décrit, par une esquisse rapide, la doctrine d'Aristote touchant la substance incorruptible dont les cieux sont formés ; voyons maintenant ce que la Physique péripatéticienne enseigne au sujet des substances soumises à la génération, au changement et à la corruption.

Toute la doctrine d'Aristote au sujet de ces substances est dominée par sa théorie du grave et du léger ; l'idée essentielle de cette théorie est celle de lieu naturel ; cette idée suppose que l'on ait conçu du lieu une notion sans aucune analogie avec le κενόν des atomistes ou la χώρα de Platon.

Leucippe, Démocrite, Platon avaient également, et à un très haut degré, subi l'influence des Pythagoriciens ; comme toute l'École pythagoricienne, ils étaient, avant tout, géomètres, et toute leur philosophie était imprégnée de Géométrie ; les théories qu'ils ont développées au sujet de l'espace sont œuvres de géomètres qui projettent dans la réalité les idées sur lesquelles ils ont accoutumé de raisonner.

Aristote n'est aucunement géomètre ; il est surtout observateur ; ce qu'il regarde comme réel c'est, d'abord, ce que l'observation lui révèle ; ce caractère essentiel de toute la Philosophie péripatéticienne se marque avec une parfaite netteté dans la théorie du lieu et du mouvement que le Stagirite va nous proposer ; on peut donc s'attendre à ce que cette théorie diffère extrêmement de celle de Platon.

Aristote rejette l'identification qu'admettait Platon entre le lieu et la position occupée dans l'espace géométrique.

Le lieu a un certain pouvoir pour diriger le mouvement des corps simples [1] ; chaque corps simple, pourvu qu'il n'en soit pas empêché, se meut dans une direction bien déterminée, soit vers le haut, soit vers le bas ; ces mouvements des corps simples vers leurs lieux naturels « ne montrent pas seulement que le lieu est quelque chose [de réel], mais encore qu'il possède une certaine puissance, ἔχει τινὰ δύναμιν ». C'est, d'ailleurs, ce que

1. Aristote, *Physique*, livre IV, ch. I (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 285 ; éd. Bekker, vol. I, p. 208, col. b).

reconnaît Platon lorsqu'il compare l'action de la χώρα sur les éléments à celle d'un crible qui sépare les corps lourds des corps légers. Or, comment attribuer une puissance de ce genre à l'espace géométrique ? Dans cet espace, les six directions que nous nommons en haut, en bas, en avant, en arrière, à droite, à gauche, n'ont aucune existence réelle ; elles ne sont déterminées que par la position que nous prenons nous-même au sein de cet espace ; retournons-nous : ce qui était le haut ou la droite va devenir le bas ou la gauche et inversement. La χώρα de Platon est semblable aux figures dont raisonne le mathématicien. Mais « les figures mathématiques, montrent ceci avec évidence : elles ne se trouvent pas en un lieu. Toutefois, selon les positions qu'elles occupent par rapport à nous, elles ont une droite et une gauche ; mais c'est par la pensée seulement que ces figures occupent [par rapport à nous] telle position ; par nature, elles n'ont aucune de ces choses » : position, droite, gauche, haut, bas, etc. : « Δηλοῖ δὲ καὶ τὰ μαθηματικά· οὐκ ὄντα γὰρ ἐν τόπῳ, ὅμως κατὰ τὴν θέσιν τὴν πρὸς ἡμᾶς ἔχει δεξιὰ καὶ ἀριστερά, ὥστε μόνον αὐτῶν νοεῖσθαι τὴν θέσιν, ἀλλὰ μὴ ἔχειν φύσιν τούτων ἕκαστον ».

Dans ce passage, Aristote met nettement en évidence l'illusion dont Platon a été victime ; en concevant la χώρα, il lui a attribué, sans y songer, une certaine orientation par rapport à lui-même ; il a pu, alors, y distinguer la direction vers le haut de la direction vers le bas, admettre que certains corps suivaient la première direction et certains autres la seconde ; or la χώρα, par sa seule nature, et si l'on suppose Platon anéanti, ne comporte pas cette distinction de directions. L'erreur de Platon est semblable à celle d'un géomètre qui croirait qu'un cube a un côté droit et un côté gauche, et cela de lui-même, indépendamment de la position que ce géomètre lui attribue par la pensée.

Or c'est un fait qu'il y a, indépendamment de nous, une direction du mouvement des corps lourds et une direction du mouvement des corps légers ; il faut donc que le lieu soit autre chose que la χώρα, essentiellement indifférente à toutes les directions ; il faut que ce soit une chose de telle nature que les expressions lieu haut, lieu bas, aient un sens bien déterminé.

Une conclusion semblable se dégage de l'argumentation qu'Aristote élève à l'encontre du vide des atomistes. Plusieurs des objections par lesquelles il entend prouver que, dans le vide, le mouvement local serait impossible sont tirées des principes propres à la Dynamique qu'il professait ; nous les examinerons tout à l'heure ; nous nous arrêterons, tout d'abord, à des objections valables

d'une manière plus universelle. Ces objections, Aristote en fera lui-même la remarque, sont toutes semblables à celles qu'il a produites contre la χώρα platonicienne; il les formule en ces termes [1]:

« S'il existe un lieu privé de corps qui soit le vide, où se portera un corps placé dans ce vide ? Car il ne peut pas se porter à la fois de tous les côtés. La même raison combat contre ceux qui regardent le lieu comme une chose distincte des corps (κεχωρισμένον), dans quoi se fait le mouvement local. Mais comment le corps que l'on y place pourrait-il se mouvoir ou demeurer immobile ? Le raisonnement tiré des mouvements vers le haut et vers le bas s'appliquera aussi très justement au vide ; ceux, en effet, qui affirment l'existence du vide en font le lieu.... Si l'on y réfléchit, on voit que ceux qui croient l'existence du vide nécessaire au mouvement rencontreraient plutôt la conclusion contraire, à savoir que rien ne pourrait se mouvoir si le vide existait ; certains prétendent que la Terre demeure immobile par raison de symétrie [2] ; de même, dans le vide, il serait nécessaire que tout corps demeurât en repos ; il n'y a rien, en effet, où il puisse se mouvoir plus ou moins, car le vide, en tant qu'il est vide, ne présente aucune différence — Οὕτως καὶ ἐν τῷ κενῷ ἀνάγκη ἠρεμεῖν· οὐ γάρ ἐστιν οὗ μᾶλλον ἢ ἧττον κινηθήσεται· ᾗ γὰρ κενόν, οὐκ ἔχει διαφοράν ».

Le mouvement local, donc, n'est possible qu'en un lieu où la diversité des repères permet de juger qu'un corps se meut plus ou moins dans telle direction ou dans telle autre ; l'homogénéité parfaite du vide ou de la χώρα leur interdit d'offrir de semblables repères ; dès lors, ni le vide des Atomistes ni la χώρα de Platon ne peuvent jouer le rôle de lieu ; le lieu doit être défini de telle sorte qu'il fournisse les repères fixes par rapport auxquels on pourra juger du mouvement local ; telle est la pensée essentielle qui guidera Aristote dans la recherche de la définition du lieu.

1. Aristote, *Physique*, livre IV, ch. VIII [XI] (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 294 ; éd. Bekker, vol I, p. 214, col b).

2. Voir, au sujet de cet argument : Platon, *Phédon*. LVIII (Platonis *Opera*, éd Didot, t. I, p. 85). ; Platon, *Timée*, 62-63 (Platonis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 227). — Aristotelis *De Cælo* lib. II, cap. XIII (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 406 ; éd. Bekker, vol. I, p. 295, col. b, et p. 296, col. a). — Voir aussi pp. 88-89.

X

LA DYNAMIQUE PÉRIPATÉTICIENNE ET L'IMPOSSIBILITÉ DU VIDE

Mais avant d'en venir à l'examen de cette définition, il nous faut indiquer une autre objection qu'Aristote dresse contre la possibilité du vide ; il tire cette objection des principes premiers de sa Dynamique ; elle est particulièrement propre, d'ailleurs, à nous faire exactement comprendre le sens de ces principes, si profondément différents de ceux qui sont, aujourd'hui, couramment admis.

Dans tout corps qui se meut, nous avons accoutumé de distinguer deux éléments : la *force* qui meut et la *masse* qui est mue. Rien de semblable en la Physique péripatéticienne ; aucune des notions qu'on y rencontre n'a la moindre analogie avec la notion de masse telle que nous l'introduisons dans notre moderne Dynamique ; tout corps mû est nécessairement soumis à *deux forces*, une *puissance* et une *résistance* ; sans puissance, il ne se mouvrait pas ; sans résistance, son mouvement s'accomplirait en un instant, il atteindrait immédiatement le terme auquel il tend par la puissance ; la vitesse avec laquelle le corps se meut dépend à la fois de la grandeur de la puissance et de la grandeur de la résistance.

La vitesse du mobile doit varier dans le même sens que la puissance et en sens inverse de la résistance. Suivant quelles lois ? Selon une remarque fort juste de M. G. Milhaud [1], Aristote, mathématicien médiocre, n'a guère conçu qu'une forme de fonction mathématique, la simple proportionnalité ; aussi, dans sa Dynamique, toute grandeur qui est fonction croissante d'une autre grandeur est-elle, d'une manière explicite ou implicite, regardée comme proportionnelle à la première.

Tout d'abord, si la puissance qui meut le mobile et la résistance qui le retient demeurent toutes deux constantes, ce n'est pas, comme nous l'enseignons aujourd'hui, un mouvement uniformément accéléré que le mobile va prendre, mais bien un mouvement uniforme ; voici un texte, emprunté à la *Physique*, qui nous l'affirmera ; il nous affirmera, en outre, que si l'on fait décroître la résistance en maintenant la puissance invariable, la vitesse aug-

1. G. Milhaud, *Études sur la pensée scientifique chez les Grecs et les Modernes*, Paris, 1906, pp. 112-117.

mentera, afin de demeurer inversement proportionnelle à la résistance.

« Si le moteur [1] est A, le corps mû B, la longueur parcourue C et le temps employé à la parcourir D, alors une même puissance, savoir la puissance A, mouvra dans le même temps la moitié de B le long d'un parcours double de C ; elle la mouvra de la longueur C en un temps moitié moindre que D ; car la proportionnalité sera ainsi sauvegardée. — Ἐι δὴ, τὸ μὴν A τὸ κινοῦν, τὸ δὲ B τὸ κινούμενον· ὅσον δὲ κεκίνηθαι μῆκος, τὸ Γ· ἐν ὅσῳ δὲ ὁ χρόνος ἐφ' οὗ Δ. Ἐν δὴ τῷ ἴσῳ χρόνῳ ἡ ἴση δύναμις ἡ ἐφ' ᾧ A, τὸ ἥμισυ τοῦ B διπλασίαν τοῦ Γ κινήσει. τὴν δὲ τὸ Γ ἐν τῷ ἡμίσει τοῦ Δ. Ὅυτο γὰρ ἀνάλογον ἔσται ».

Un autre texte [2], emprunté au Περὶ Οὐρανοῦ, va nous répéter que lorsqu'une même puissance est employée à mouvoir des poids qui lui résistent, les vitesses qu'elle leur communique sont en raison inverse des pesanteurs résistantes :

« Quelle que soit la puissance qui produit le mouvement, ce qui est moindre et plus léger reçoit d'une même puissance plus de mouvement.... En effet, la vitesse du corps le moins lourd sera à la vitesse du corps le plus lourd comme le corps le plus lourd est au corps le moins lourd. — Ἐπεὶ γὰρ δύναμις τις ἡ κινοῦσα, τὸ δ' ἔλαττον καὶ τὸ κουφότερον ὑπο τῆς αὐτῆς δυνάμεως πλεῖον κινηθήσεται... Τὸ γὰρ τάχος ἕξει τὸ τοῦ ἐλάττονος πρὸς τὸ τοῦ μείζονος ὡς τὸ μεῖζον σῶμα πρὸς τὸ ἔλαττον ».

Inversement proportionnelle à la grandeur de la résistance, la vitesse prise par le mobile est proportionnelle à la grandeur de la puissance ; en sorte que cette vitesse ne dépend que du rapport de la puissance à la résistance et qu'elle est proportionnelle à ce rapport ; c'est ce qu'Aristote formule en ces termes [3] :

« La moitié de la puissance fera faire à la moitié du corps mû le même chemin dans le même temps. Soient, en effet, E la moitié de la puissance A et Z la moitié du corps mû B. La puissance gardera le même rapport à la charge, en sorte qu'elle lui fera faire le même chemin dans le même temps. — Καὶ ἡ ἡμίσεια ἰσχὺς τὸ ἥμισυ κινήσει ἐν τῷ ἴσῳ χρόνῳ τὸ ἴσον· οἷον τῆς A δυνάμεως ἔστω ἡμίσεια ἡ τὸ E, καὶ τοῦ B τὸ Z ἥμισυ· ὁμοίως δὴ ἔχουσι καὶ ἀνάλογον ἡ ἰσχὺς πρὸς τὸ βαρύς, ὥστε τὸ ἴσον ἐν ἴσῳ κινήσουσι ».

La Dynamique d'Aristote était viciée par une contradiction interne ; tout en maintenant invariable la grandeur de la puis-

1. ARISTOTE, *Physique*, livre VII, ch. V (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 341 ; éd. Bekker, vol. I, p. 249, col. b et p. 250, col. a).
2. ARISTOTE, *De Cœlo* lib. III, cap. II (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 414 ; éd. Bekker, p. 301, col. b).
3. ARISTOTE, *Physique*, *loc. cit.*

sance, faisons croître la grandeur de la résistance jusqu'à ce qu'elle arrive enfin à égaler celle de la puissance ; la vitesse, Aristote n'en doute point, devra alors s'annuler ; comment donc pourrait-elle être proportionnelle au rapport de la puissance à la résistance ?

Cette objection s'était certainement présentée à l'esprit du Stagirite ; il s'est imaginé, bien à la légère, qu'il suffirait, pour en mettre sa théorie à couvert, d'ajouter, à la proposition précédente, la réflexion que voici :

« Si la puissance E meut la résistance Z pendant le temps D de la longueur C, il n'arrivera pas nécessairement que, dans un temps égal, la même puissance E meuve le double de Z d'une longueur égale à la moitié de C. Si donc la puissance A meut la résistance B de la longueur C dans le temps D, la moitié de A, qui est E, ne mouvra [peut-être] pas B, ni pendant le temps D ni en un [multiple] quelconque de D, d'une partie de la longueur C qui soit au chemin C tout entier comme E est à A ; car il pourra arriver que E ne meuve absolument pas C. En effet, de ce qu'une puissance entière meut un mobile d'une certaine longueur, il n'en résulte pas que la moitié de cette puissance meuve ce mobile d'une longueur, quelle qu'elle soit, pendant un temps, quel qu'il soit. Un seul homme mettrait en mouvement le navire que tiraient tous les hâleurs, si, la puissance des hâleurs se trouvant divisée par un certain nombre, le chemin parcouru l'était aussi par le même nombre. — Καὶ εἰ τὸ E τὸ Z κινεῖ ἐν τῷ Δ τὴν Γ, οὐκ ἀνάγκη ἐν τῷ ἴσῳ χρόνῳ τὸ ἐφ' οὗ E τὸ διπλάσιον τοῦ Z κινεῖν τὴν ἡμίσειαν τῆς Γ. Εἰ δὴ τὸ A τὴν τὸ B κινήσει ἐν τῷ Δ ὅσην ἡ τὸ Γ, τὸ ἥμισυ τοῦ A, τὸ ἐφ' ᾧ E, τὴν τὸ B οὐ κινήσει ἐν τῷ χρόνῳ ἐφ' ᾧ Δ, οὐδ' ἔν τινι τοῦ Δ τῆς Γ, ἢ ἀνάλογον πρὸς τὴν ὅλην τὴν Γ, ὡς τὸ E πρὸς τὸ A [1] · ὅλως γὰρ εἰ ἔτυχεν οὐ κινήσει οὐδέν · οὐ γὰρ εἰ ἡ ὅλη ἰσχὺς τοσήνδε ἐκίνησεν, ἡ ἡμίσεια οὐ κινήσει οὔτε ποσὴν οὔτ' ἐν ὁποσῳοῦν · εἷς γὰρ ἂν κινοίη τὸ πλοῖον, εἴπερ ἥ τε τῶν νεωλκῶν τέμνεται ἰσχὺς εἰς τὸν ἀριθμὸν καὶ τὸ μῆκος, ὃ πάντες ἐκίνησαν. ».

La plupart des commentateurs d'Aristote se montreront soucieux de l'objection qui a préoccupé le Maître ; comme lui, ils croiront l'avoir écartée par quelque défaite sans portée ; ils ne s'avoueront pas qu'elle ruine la Dynamique péripatéticienne.

Cette Dynamique, en effet, semble s'adapter si heureusement aux observations courantes qu'elle ne pouvait manquer de s'imposer, tout d'abord, à l'acceptation des premiers qui aient spéculé sur les forces et les mouvements.

1. Le texte dit : ὡς τὸ A πρὸς τὸ E.

Au Pirée, Aristote observe un groupe de hâleurs ; le corps penché en avant, ils pèsent de toute leur force sur un câble amarré à la proue d'un bateau ; lentement, la galère approche du rivage avec une vitesse qui semble constante ; d'autres hâleurs surviennent et, à la suite des premiers, s'attellent au câble ; le vaisseau fend maintenant l'eau plus vite qu'il ne la fendait tout à l'heure ; mais tout à coup, il s'arrête ; sa quille a touché le sable ; les hommes qui étaient assez nombreux et assez forts pour vaincre la résistance de l'eau ne peuvent surmonter le frottement de la coque sur le sable ; pour tirer le bateau sur la grève, il leur faudra un nouveau renfort. Ne sont-ce pas là les observations qu'Aristote s'est efforcé de traduire en langage mathématique ?

Pour que les physiciens en viennent à rejeter la Dynamique d'Aristote et à construire la Dynamique moderne, il leur faudra comprendre que les faits dont ils sont chaque jour les témoins ne sont aucunement les faits simples, élémentaires, auxquels les lois fondamentales de la Dynamique se doivent immédiatement appliquer ; que la marche du navire tiré par les hâleurs, que le roulement, sur une route, de la voiture attelée, doivent être regardés comme des mouvements d'une extrême complexité ; qu'un rôle de grande importance y est joué par des résistances dont les phénomènes vraiment simples doivent être entièrement exempts ; en un mot, que pour formuler les principes de la science du mouvement, on doit, par abstraction, considérer un mobile qui, sous l'action d'une force unique, se meut dans le vide. Or, de sa Dynamique, Aristote va justement conclure qu'un tel mouvement est inconcevable.

La chute d'un corps pesant dans un milieu tel que l'air ou l'eau représente, pour Aristote le mouvement le plus simple que le mécanicien puisse considérer ; la puissance est, ici, représentée par la gravité du mobile ; la résistance provient du fluide que ce mobile traverse.

« Nous avons vu, dit-il[1], que la vitesse avec laquelle se meut un même poids ou un même corps pouvait croître par deux causes ; elle peut croître par suite du changement du milieu au sein duquel se fait le mouvement, ce milieu pouvant être l'eau, la terre ou l'air ; elle peut croître aussi, toutes choses égales d'ailleurs, par suite d'un changement du mobile, tel qu'un accroissement de gravité ou de légèreté. — Ὁρῶμεν γὰρ τὸ αὐτὸ βάρος καὶ σῶμα θᾶττον φερόμενον διὰ δύο αἰτίας, ἢ τῷ διαφέρειν τὸ δι' οὗ, οἷον

1. ARISTOTE, *Physique*, livre IV, ch. VIII (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 295 ; éd. Bekker, vol. I, p. 215, col. a).

δι' ὕδατος ἢ γῆς ἢ ἀέρος, ἢ τῷ διαφέρειν τὸ φερόμενον, ἐὰν τἆλλα ταὐτὰ ὑπάρχῃ, διὰ τὴν ὑπεροχὴν τοῦ βάρους ἢ τῆς κουφότητος. »

A la puissance qui meut, c'est-à-dire à la gravité du mobile, la vitesse de chute sera proportionnelle : « Le rapport que des poids ont entre eux[1] se retrouvent, inversés, dans les durées de leurs chutes ; si un poids qui est la moitié d'un autre poids, tombe de telle hauteur en tant de temps, le poids double du premier tombe de la même hauteur en un temps moitié moindre.— Καὶ τὴν ἀναλογίαν ἣν τὰ βάρη ἔχει, οἱ χρόνοι ἀνάπαλιν ἕξουσιν, οἷον εἰ τὸ ἥμισυ βάρος ἐν τῷδε, τὸ διπλάσιον ἐν ἡμίσει τούτου. »

D'autre part, la vitesse de chute du grave sera, en vertu du principe fondamental de la Dynamique péripatéticienne, inversement proportionnelle à la résistance que le milieu oppose à cette chute. Le Stagirite va plus loin ; il semble admettre que la résistance d'un milieu est proportionnelle à la densité de ce milieu, en sorte que la vitesse avec laquelle tombe un poids est inversement proportionnelle à la densité du milieu que traverse ce grave.

« Supposons, dit-il [2], que le corps A se meuve, au travers du milieu B, en un temps C, et au sein du milieu D, qui est plus subtil que B, en un temps E ; le chemin parcouru est supposé le même au sein du milieu B et au sein du milieu D ; ces mouvements suivent le rapport des milieux résistants. Si, par exemple, le milieu B est de l'eau et le milieu D de l'air, autant l'air est plus subtil et plus incorporel que l'eau, autant le mouvement de A sera plus rapide au travers du milieu D qu'au travers du milieu B. Le rapport qui différencie l'air de l'eau sera donc aussi le rapport de la vitesse à la vitesse ; en sorte que si l'air est deux fois plus subtil que l'eau, le mobile mettra deux fois plus de temps à faire le même chemin au sein de B qu'au sein de D, et le temps C sera double du temps E. Toujours le mobile sera mû d'autant plus vite que le milieu qu'il traverse sera plus incorporel, moins résistant et plus facile à diviser, — Τὸ δὴ ἐφ' οὗ Α οἰσθήσεται διὰ τοῦ Β τὸν ἐφ' ᾧ Γ χρόνον, διὰ δὲ τοῦ Δ λεπτομεροῦς ὄντος τὸν ἐφ' ᾧ Ε, εἰ ἴσον τὸ μῆκος τὸ τοῦ Β τῷ Δ, κατὰ τὴν ἀναλογίαν τοῦ ἐμποδίζοντος σώματος. Ἔστω γὰρ τὸ μὲν Β ὕδωρ, τὸ δὲ Δ ἀήρ· ὅσῳ δὴ λεπτότερον ἀὴρ ὕδατος καὶ ἀσωματώτερον, τοσούτῳ θᾶττον τὸ Α διὰ τοῦ Δ οἰσθήσεται ἢ διὰ τοῦ Β. Ἐχέτω δὴ τὸν αὐτὸν λόγον ὅνπερ διέστηκεν ἀὴρ πρὸς ὕδωρ, τὸ τάχος πρὸς τὸ τάχος. Ὥστ' εἰ διπλασίως λεπτόν, ἐν διπλασίῳ χρόνῳ τὴν τὸ Β δίεισιν ἢ τὴν τὸ

1. Aristote, *De Cælo* lib. I, cap. VI (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 375 ; éd. Bekker, vol. I, p. 273, col. b, et p. 274, col. a).
2. Aristote, *Physique*, livre IV, ch. VIII (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 295 ; éd. Bekker, vol. I, p. 215, col. b).

Δ, καὶ ἔσται ὁ ἐφ' ᾧ Γ χρόνος διπλάσιος τοῦ ἐφ' ᾧ Ε. Καὶ ἀεὶ δὴ ὅσῳ ἂν ᾖ ἀσωματώτερον καὶ ἧττον ἐμποδιστικὸν καὶ εὐδιαιρετώτερον δι' οὗ φέρεται, θᾶττον οἰσθήσεται. »

De cette Dynamique, la conclusion ressort maintenant avec évidence : « Le rapport suivant lequel un corps surpasse le vide n'existe pas plus que le rapport suivant lequel un nombre surpasse zéro.... Puisque, le vide ne possède, à l'égard du plein, aucun rapport de cette sorte, il n'y aura, non plus, dans le vide, aucun mouvement ; si, au travers du milieu le plus subtil, [un mobile soumis à une puissance donnée] se meut de telle longueur en tant de temps, [il parcourrait dans le même temps], s'il venait à se mouvoir dans le vide, [un chemin qui, à l'égard du précédent,] surpasserait tout rapport. — Τὸ δὲ κενὸν οὐδένα ἔχει λόγον ᾧ υπερέχεται ὑπὸ τοῦ σώματος, ὥσπερ οὐδὲ τὸ μηδὲν πρὸς ἀριθμόν..... Ὁμοίως δὲ καὶ τὸ κενὸν πρὸς τὸ πλῆρες οὐδένα οἷόν τε ἔχειν λόγον, ὥστ' οὐδὲ τὴν κίνησιν, ἀλλ' εἰ διὰ τοῦ λεπτοτάτου ἐν τοσῳδὶ τὴν τοσήνδε, φέρεται διὰ τοῦ κενοῦ, παντὸς ὑπερβάλλει λόγου ».

Bien loin donc que l'existence du vide soit, comme le prétendent les atomistes, ce qui rend le mouvement possible, il est au contraire inconcevable qu'un corps se meuve, dans le vide, de mouvement local.

Les doctrines diverses que les disciples de Leucippe, de Démocrite et de Platon ont développées au sujet du vide, de l'espace et du lieu ont été entièrement réfutées par la discussion dont nous avons rapporté les parties essentielles. Aristote, après avoir démoli, va construire ; il va chercher à établir, du lieu, la théorie que ses prédécesseurs n'ont pas, à son avis, réussi à donner.

XI

LA THÉORIE DU LIEU

A. *Ce qu'Aristote, en ses* **Catégories**, *dit du lieu.*

De cette recherche, les quelques phrases [1] que les *Catégories* consacrent au lieu ne portent pas encore la trace. Ce qu'Aristote y dit du lieu pourrait fort bien s'accorder avec l'opinion que les Atomistes ou Platon en ont conçue ; mieux encore peut-on dire

1. ARISTOTE, *Catégories*, IV [VI] (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. I, p. 7 ; éd. Bekker, vol. I, p. 5, col. a).

que cela s'accorde avec le commun langage ; les propositions du Stagirite sous-entendent, en effet, cette définition banale : Le lieu d'un corps, c'est la partie de l'espace que ce corps occupe.

C'est évidemment ce sens du mot lieu (τόπος) que supposent les phrases suivantes :

« Le lieu est au nombre des choses continues ; en effet, les parties du corps occupent un certain lieu ; or ces parties sont continuement unies les unes aux autres par un certain terme, [la surface qui termine le corps] ; les parties du lieu, dont chacune est occupée par chacune des parties du corps, sont donc, elles aussi, continuement unies les unes aux autres par le terme même qui conjoint les parties du corps. »

En ces phrases, il n'y a absolument rien d'original, rien qui prépare la doctrine que le Stagirite enseignera au sujet du lieu.

Il n'y a rien de nouveau non plus dans les quelques mots qu'Aristote consacre à la continuité du temps et à la différence entre cette continuité et celle de l'espace ; ces mots semblent n'être qu'un reflet des paroles d'Archytas.

Archytas avait étudié, dans le chapitre consacré au temps, la catégorie désignée par les mots τὸ πόκα (*quando*) ; de même, la catégorie nommée τὸ ποῦ (*ubi*) était étudiée avec le lieu [1]. Cet ordre, qui semble si naturel, n'a pas été adopté par Aristote ; c'est dans la catégorie de la grandeur (τὸ πόσον), et à titre de grandeurs continues, qu'il étudie le temps et l'espace ; puis, plus loin, les deux catégories nommées τὸ ποτέ et τὸ ποῦ se trouvent parmi les six principes dont le Stagirite ne dit que quelques mots. Une distinction radicale, qu'Aristote n'entreprend pas de justifier, se trouve ainsi établie entre le *quando* (τὸ ποτέ) et le temps (χρόνος), entre l'*ubi* (τὸ ποῦ) et le lieu (τόπος). Nous verrons quelle importance les commentateurs du Moyen-Age ont attribuée à cette distinction.

B. *Ce qu'Aristote, en sa* **Physique**, *dit du lieu.*

Les *Catégories* ne nous ont rien appris touchant les propres pensées d'Aristote au sujet du lieu et du mouvement local. Ce qu'elles disent demeure, pour ainsi dire, extérieur à ces pensées que nous nous proposons d'analyser ici.

Au contraire, nous pénétrerons au cœur même de notre sujet en analysant les théories qu'Aristote développe au début du qua-

1. SIMPLICII *In Aristotelis categorias commentarium.* Edidit Carolus Kalbfleisch. Berolini MCMVII. Cap. IX ; Περὶ τοῦ ποτὲ καὶ ποῦ, pp. 342, 347, 348, 357, 358.

trième livre de sa *Physique*. La nature du lieu est l'objet de ces théories.

Qu'est-ce que le lieu d'un corps ? Après avoir exposé et discuté les réponses diverses que les philosophes ont proposé de faire à cette question, Aristote s'arrête [1] à celle-ci : « Le lieu d'un corps ne peut pas être autre chose que la partie, immédiatement contiguë à ce corps, du milieu qui l'environne. Ἀνάγκη τὸν τόπον εἶναι.. τὸ πέρας τοῦ περιέχοντος σώματος ». Un corps solide, par exemple, est-il plongé dans l'eau ? Le lieu de ce corps solide, c'est l'eau qui lui est immédiatement contiguë.

Si l'on s'en tient fermement à cette définition, que sera le mouvement local en vertu duquel, aux divers instants de la durée, un corps se trouve en des lieux différents ? Il consistera en ceci que le mobile sera enveloppé par certains corps à un certain instant, et par d'autres corps à un autre instant ; selon la définition qu'en donnera Descartes [2], il sera « le transport d'une partie de la matière ou d'un corps du voisinage de ceux qui le touchent immédiatement... dans le voisinage de quelques autres ». Un corps plongé dans l'eau sera en mouvement si l'eau qui le baigne change d'un instant à l'autre.

Cette conséquence, logiquement déduite de la définition du lieu qu'il a donnée tout d'abord, Aristote se refuse à l'admettre. Un navire est à l'ancre dans un fleuve ; l'eau qui baigne ce navire s'écoule et se renouvelle sans cesse ; le lieu du navire change d'un instant à l'autre ; nous devons donc déclarer, d'après la définition précédente, que ce navire se meut de mouvement local ; or, bien au contraire, nous affirmons que ce navire est immobile, qu'il ne change pas de lieu.

Le lieu, ce n'est donc plus ici l'eau qui touche immédiatement les parois du navire ; cette eau, en effet, est mobile, tandis qu' « essentiellement, le lieu doit être immobile. Βούλεται δ' ἀκίνητος εἶναι ὁ τόπος ». Là est la différence entre le *lieu* et le *vase* ; « de même que le vase est un lieu mobile, le lieu est un vase immobile ; ἔστι δ' ὥσπερ τὸ ἀγγεῖον τόπος μεταφορητός, οὕτω καὶ ὁ τόπος ἀγγεῖον ἀμετακίνητον ».

L'immobilité est un des caractères premiers qu'Aristote attribue au lieu ; Simplicius nous apprend [3] que Théophraste et Eudème

1. ARISTOTE, *Physique*, livre IV, ch. IV [VI] (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 290 ; éd. Bekker, vol. I, p. 212, col. a).
2. DESCARTES. *Les principes de la Philosophie*, IIe partie, art. 25.
3. SIMPLICII *In Aristotelis Physicorum libros quattuor priores commentaria*. Edidit Hermannus Diels. Berolini, 1882. Livre IV, ch. IV, p. 583 ; Simplicii Corollarium de loco, p. 606.

mettaient au nombre des axiomes cette proposition : le lieu est immobile ; et il partage leur sentiment.

L'eau du fleuve n'est donc pas le lieu du vaisseau qui est à l'ancre dans ce fleuve ou qui y navigue, car cette eau n'est pas immobile. « C'est le fleuve tout entier qu'il conviendra d'appeler lieu de ce navire, car le fleuve tout entier est immobile. »

Ce qu'Aristote entend ici par fleuve tout entier, ce sont les rives et le lit du fleuve ; c'est ainsi qu'Alexandre d'Aphrodisias interprète la pensée du Stagirite, et Simplicius, qui nous rapporte [1] le sentiment d'Alexandre, souscrit à ce sentiment dont la justesse ne fait pas de doute.

Le lieu d'un corps n'est donc plus, en toutes circonstances, la partie, immédiatement contiguë à ce corps, de la matière qui l'environne ; si cette matière est en mouvement, il nous faut chercher plus loin le lieu du corps ; il faut nous écarter de ce corps jusqu'à ce que nous parvenions à quelque chose d'immobile qui l'environne de toutes parts, lui et les corps mobiles dont il est entouré ; et les toutes premières parties de cette enceinte immobile formeront le lieu du corps que nous considérons, aussi bien que de tous les corps contenus en cette enceinte : « Τὸ τοῦ περιέχοντος πέρας ἀκίνητον, τοῦτ' ἔστιν ὁ τόπος ». C'est ainsi que les rives et le lit du fleuve sont le lieu à la fois de l'eau qui coule sur ce lit et entre ces rives, et du navire qui flotte sur cette eau.

C'est bien un changement de définition qu'Aristote vient de faire subir au mot *lieu* ; la définition nouvelle qu'il en donne s'écarte, bien plus que la première, du sens qu'a ce mot dans le langage courant ; sous une forme un peu enveloppée peut-être, mais qui transparaît néanmoins, le Philosophe enseigne maintenant que le lieu, c'est le terme fixe qui permet de juger du repos d'un corps ou de son mouvement ; il veut, en outre, que ce lieu entoure de toutes parts le corps qui s'y trouve logé.

La suite du discours d'Aristote confirme, d'ailleurs, l'interprétation que nous donnons à ses paroles.

Parmi les corps qui nous entourent et que les quatre éléments forment par leurs divers mélanges, il n'en est point qui ne se meuve ou qui ne puisse se mouvoir ; où donc trouverons-nous le vase immobile qui est le lieu de ces corps ? Cette paroi fixe, elle est formée de deux surfaces ; l'une, bornant vers le bas l'ensemble des éléments mobiles, c'est le centre du Monde ; l'autre, bor-

1. Simplicii *In Aristotelis Physicorum libros commentaria* ; livre IV, ch. IV ; éd. cit., p. 584.

nant ce même ensemble vers le haut, c'est la surface qui limite inférieurement la dernière sphère céleste, c'est la concavité de l'orbe lunaire ; « le centre du Monde, en effet, demeure toujours immobile, et la concavité de l'orbe lunaire reste toujours disposée de la même manière » ; c'est à ces termes fixes que nous rapporterons les mouvements des éléments et des mixtes ; les corps graves se mouvront vers le premier et les corps légers vers le second.

Cette exposition appelle quelques remarques.

Lorsqu'Aristote y parle du centre du Monde, il n'entend point désigner un simple point, mais un corps central immobile ; l'analyse d'un passage du *De Cælo* nous montrera, au § xv, que le Stagirite ne concevait la fixité du centre du Monde qu'en incorporant ce point à une masse privée de mouvement.

La limite inférieure de l'orbe lunaire semble impropre à servir de lieu à certains corps ; l'orbe lunaire, en effet, n'est point immobile ; le Philosophe lui attribue un mouvement de rotation autour du centre du Monde ; mais la sphère qui termine intérieurement cet orbe se meut de telle sorte qu'elle coïncide continuellement avec elle-même ; si l'on veut seulement repérer l'ascension des corps légers, la descente des corps graves, elle peut, en dépit de sa révolution, jouer le même rôle qu'un lieu immobile ; elle deviendrait impropre à ce rôle si l'on voulait considérer les mouvements de rotation dont les éléments et les mixtes pourraient être animés ; en cette circonstance, Aristote ne paraît pas avoir songé à ces mouvements.

Il ne faudrait pas, d'ailleurs, imposer au discours d'Aristote une suite d'une rigoureuse logique ; en voulant, à toutes forces, y mettre cette suite, on en fausserait et torturerait le sens. Bien plutôt, on doit reconnaître que le Stagirite, aux prises avec une question dont la difficulté est extrême, multiplie ses tentatives pour la résoudre ; mais les assauts par lesquels il s'efforce de pénétrer jusqu'à une vérité si jalousement défendue ne portent pas tous du même côté.

Nous l'avons vu donner une définition du lieu ; cette définition il a été bientôt contraint de l'abandonner pour en adopter une seconde dont les conséquences se sont déroulées devant nous ; c'est à la première qu'il revient maintenant, pour ne s'en plus départir au cours des considérations qu'il va nous exposer ; ces considérations ne se comprendraient pas si l'on y prenait le mot lieu au second des deux sens qu'il a reçus.

« Lorsqu'en dehors d'un corps, il y a d'autres corps qui le ren-

ferment, ce premier corps est en un lieu ; si, au contraire, il n'existe aucun corps autour de lui, il n'est point un lieu ».

Le corps isolé qu'aucun autre corps n'environne n'est en aucun lieu ; partant, il ne saurait se mouvoir de mouvement local ; ces mots mêmes n'ont, à son égard, aucun sens.

Il ne saurait se mouvoir en bloc, dans son ensemble, puisque pris en totalité, il n'est en aucun lieu ; mais chacune de ses parties est entourée d'autres parties, en sorte qu'elle est en un lieu ; par conséquent, elle peut se mouvoir, et ce corps, immobile en sa totalité, est composé de parties mobiles.

Ces réflexions s'appliquent immédiatement à l'Univers.

Selon l'enseignement constant d'Aristote, le Monde est limité ; la surface sphérique qui enserre l'orbe des étoiles fixes, le huitième orbe céleste, en marque la borne. Hors de cette sphère [1], il n'y a aucune portion de matière. Y a-t-il le vide ? Pas davantage ; le mot *vide* désigne un lieu qui ne contient pas de corps, mais qui pourrait en contenir un, et aucun corps ne peut se rencontrer au-delà de la dernière sphère. Par-delà cette sphère, donc, *il n'y a plus de lieu.*

« L'Univers [2] n'est point *quelque part* ; pour qu'une chose soit *quelque part*, il faut non seulement que cette chose ait une existence propre, mais encore qu'il existe, hors d'elle, une autre chose, au sein de laquelle elle soit contenue. Hors de l'Univers, du Tout, il n'existe rien. ».

L'Univers n'est pas *quelque part*, il n'a pas de lieu ; il ne saurait donc être animé d'aucun mouvement local ; mieux encore devrait-on, pour formuler exactement la conclusion qui découle de ces raisonnements d'Aristote, s'exprimer en ces termes : Ces deux propositions, l'Univers se meut, l'Univers demeure fixe, sont également dénuées de sens.

Si l'on ne peut parler du mouvement de l'Univers, parce que l'Univers n'a pas de lieu, les diverses parties de l'Univers ont chacune un lieu ; elles peuvent donc se mouvoir, les unes vers le haut, les autres vers le bas, d'autres encore en cercle.

Toutefois, parmi les parties de l'Univers, il en est une au sujet de laquelle se pose une difficile question ; cette partie, c'est le huitième orbe, le ciel des étoiles fixes.

« Le huitième ciel, pris dans son ensemble, n'est pas quelque

1. Aristotelis, *De Cœlo et Mundo* lib. I, cap. IX (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 382 ; éd. Bekker, vol. I, p. 279, col. a).
2. Aristote, *Physique*, livre IV, ch. V [VII] (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 291 ; éd. Bekker, vol. I, p. 212, col. b).

part ; il ne se trouve en aucun lieu, car aucun corps ne le contient. » Il semble donc que toute affirmation relative au mouvement local du huitième ciel devrait être proscrite comme dénuée de sens. Or, l'Astronomie des sphères homocentriques, qu'enseigne le Philosophe, attribue au huitième orbe un mouvement de rotation uniforme autour du centre du Monde. N'y a-t-il pas là, dans la doctrine du Stagirite, une flagrante contradiction ?

Cette contradiction n'est qu'apparente, au dire d'Aristote : « Les diverses parties du huitième orbe sont en un lieu d'une certaine façon, car les diverses parties d'un anneau se contiennent l'une l'autre ; l'orbe supérieur se meut donc d'un mouvement de rotation, et il ne peut se mouvoir que de cette manière. — Τὰ γὰρ μόρια ἐν τόπῳ πῶς πάντα. Ἐπὶ τῷ κύκλῳ γὰρ περιέχει ἄλλο ἄλλο. Διὸ κινεῖται μὲν κύκλῳ μόνον τὸ ἄνω. »

Si concise est la forme dont Aristote revêt sa pensée que toute traduction est forcément une paraphrase ; que, du moins, celle que nous avons donnée ne soit pas une trahison, nous en demanderons l'assurance à Simplicius. Voici ce qu'écrit[1] le pénétrant interprète du Stagirite.

« Le Ciel se mouvra d'un mouvement de rotation, mais non point vers le haut ni vers le bas ; le mouvement de rotation peut être, en effet, celui d'un corps qui, pris dans son ensemble, ne passe pas d'un lieu dans un autre, bien que ses parties soient animées de mouvement local. A un corps qui tourne sur lui-même, on peut attribuer un lieu d'une certaine espèce ; comme ses parties se touchent les unes les autres, elles jouent les unes pour les autres le rôle de lieu ; mais ce lieu est un lieu particulier aux parties ; il n'est point le lieu de l'ensemble ; l'Univers n'a pas de lieu, puisque, hors de lui, il n'existe aucun corps qui lui soit contigu ; il ne saurait donc se mouvoir ni vers le haut ni vers le bas, car alors il changerait de lieu dans son ensemble, mais il pourra tourner sur lui-même. »

D'ailleurs, Simplicius nous apprend [2] qu'Alexandre d'Aphrodisias interprétait de la même manière la pensée d'Aristote.

Les diverses parties du huitième orbe sont en un lieu *d'une certaine manière*, ἐν τόπῳ πῶς, nous dit Aristote ; cette façon spéciale dont elles sont logées, il lui attribue un qualitatif particulier : le huitième ciel est en un lieu *par accident*, κατὰ συμβεβηκός. Mais ce lieu particulier à chacune des parties du huitième orbe, qui con-

1. SIMPLICII, *In Aristotelis Physicorum libros quattuor priores commentaria.* Edidit Hermannus Diels. Berolini, 1882. Lib. IV, cap. V, pp 588-589.
2. SIMPLICIUS, *loc. cit.* p. 589.

stitue pour cet orbe un lieu accidentel, apparaît comme bien différent du lieu immobile qu'Aristote avait défini dans une partie de son exposé. « Ici se dresse devant nous, dit Simplicius[1], un grave motif de doute : Si chacune des parties de l'orbe suprême sert de lieu à une autre partie, comment donc, lorsque ces parties sont en mouvement ainsi que les surfaces par lesquelles elles se touchent les unes les autres, pourrait-on prétendre que le lieu demeure encore immobile ? ».

Il est clair que les considérations développées par Aristote au sujet du mouvement de la huitième sphère procèdent d'une définition du lieu, de celle qu'il avait donnée tout d'abord, tandis que l'axiome de l'immobilité du lieu l'avait conduit à adopter une autre définition ; sa théorie se brise ainsi en deux parties incompatibles.

Désireux, en effet, de déterminer la nature du lieu, Aristote imposait à cette nature deux conditions que sa Physique rendait inconciliables.

Il voulait, d'une part, que le lieu enveloppât et circonscrivît le corps logé, comme l'exige le sens habituel des mots lieu, logement.

Il voulait, d'autre part, que le lieu fût ce terme immobile en l'absence duquel on ne pourrait juger qu'un corps est mû de mouvement local, ni quel est ce mouvement.

Pour que ces deux caractères se rencontrent à la fois dans le lieu d'un corps, il renoncera, s'il le faut, à prendre pour lieu ce qui environne immédiatement ce corps et à reculer jusqu'à ce qu'il rencontre un contenant immobile ; puisque l'eau s'écoule le long des flancs d'un navire à l'ancre dans un fleuve, il prendra pour lieu du navire les rives et le lit du fleuve.

Volontiers, sans doute, il eût déterminé de la même manière le lieu des sphères célestes ; si la sphère suprême, celle qui contient l'Univers, eût été immobile, elle eût réuni tous les caractères qu'Aristote voulait rencontrer en un corps pour qu'il jouât le rôle de lieu ; le Philosophe eût assurément proclamé que cet orbe était le lieu du Monde.

Mais, selon l'Astronomie d'Aristote, la sphère suprême se meut ; et même, on peut dire qu'une sphère céleste immobile est inconciliable avec les exigences de sa Métaphysique. Toute sphère céleste, en effet, est, pour lui, exempte de génération, de corruption, d'altération, de toute variation de grandeur et de figure ; si

1. Simplicius, *Ibid.*

elle était, en outre, exempte de mouvement local, elle serait incapable d'aucun changement ; rien donc, en elle, ne serait en puissance ; elle serait acte pur ; dès lors, exempte de toute matière, elle serait intelligence séparée et non pas corps ; elle ne pourrait loger l'Univers.

Lorsqu'en dépit de la Métaphysique et de la Physique du Lycée, les Pères de l'Église auront accrédité l'opinion que l'Univers est entouré par un ciel immobile, l'Empyrée, il se trouvera naturellement des philosophes pour voir, en cette hypothèse, le moyen d'accorder entre elles les diverses parties de la théorie du lieu proposée par Aristote et pour faire de l'Empyrée le lieu du Monde mobile.

Le Stagirite ne pouvait recourir à cette solution ; selon sa Physique, un seul corps demeurait nécessairement immobile, et ce corps était, nous le verrons, le corps central, la terre ; c'est par rapport à ce corps que l'on jugeait du mouvement du Ciel ; aussi entendrons-nous des disciples d'Aristote expliciter la pensée du maître en déclarant que le lieu de l'orbe suprême, c'est la terre ; à la terre, en effet, appartient un des caractères qu'Aristote attribue au lieu, l'immobilité. Alors, on comprendra pourquoi, selon le Stagirite, la rotation du Ciel requiert l'immobilité de la terre ; elle la requiert parce que tout mouvement local requiert un lieu.

Mais il n'est pas temps encore que nous abordions ce qu'Aristote enseigne au sujet de l'immobilité de la terre et que nous le rapprochions de ce qu'il a dit du lieu. Il nous faut, auparavant, étudier la théorie péripatéticienne du grave et du léger.

XII

LE GRAVE ET LE LÉGER

A chaque substance simple correspond, nous l'avons vu, un et un seul mouvement naturel, qui doit être un mouvement simple. Il n'existe, d'ailleurs, que deux sortes de mouvements simples [1], le mouvement de rotation, qu'Aristote nomme mouvement circulaire, et le mouvement de translation, qu'il nomme mouvement rectiligne. Le mouvement circulaire est le mouvement qui con-

1. Aristote, *Physique*, livre VIII, ch. VIII [XII] (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 358 ; éd. Bekker, vol. I, p. 261, col. b).

vient par nature à la substance céleste ; il reste donc que le mouvement rectiligne soit le mouvement naturel des corps, susceptibles de génération et de corruption, contenus par la concavité de l'orbe lunaire.

Les translations simples sont de deux sortes [1] ; les unes sont dirigées vers le centre de l'Univers, les autres suivent des directions issues de ce point ; le mouvement rectiligne centripète, le mouvement *vers le bas*, est le mouvement naturel des corps *graves* ; le mouvement rectiligne *centrifuge*, le mouvement *vers le haut*, est le mouvement naturel des corps *légers*.

Il peut arriver qu'un corps grave, comme la terre, soit mû vers le haut, qu'un corps léger, comme le feu, soit mû vers le bas ; mais, en de tels cas, le mobile est soumis à l'action d'un moteur étranger à sa nature, et son mouvement est un mouvement *violent*. Violent également tout mouvement qui conduit un corps sublunaire suivant une trajectoire autre que la verticale. Le feu, par exemple, dans la sphère qu'il occupe immédiatement au-dessous de l'orbe de la Lune, tourne d'Orient en Occident [2] ; ce mouvement est mis en évidence par celui des comètes, météores qui se forment, selon Aristote, au sein de cette sphère ignée ; mais le feu, corps léger, a pour mouvement naturel le mouvement rectiligne ascendant ; corps simple, il ne peut avoir par nature deux mouvements simples ; le mouvement de rotation est donc en lui par violence [3] ; il lui est imprimé par la révolution des cieux.

Le mouvement de rotation peut se poursuivre indéfiniment dans le même sens ; il n'en est pas de même du mouvement rectiligne, car le mobile ne saurait, sans sortir de l'Univers, décrire une droite infinie, et il ne pourrait, d'ailleurs, se mouvoir au delà des bornes de l'Univers [4]. Le corps absolument léger, qui est le feu, ne montera suivant la verticale que jusqu'au moment où il rencontrera l'orbe de la Lune, formé d'un corps indestructible et, partant, infranchissable ; le corps absolument lourd, qui est la terre, ne descendra que jusqu'au moment où il atteindra le centre du Monde ; il ne s'avancera pas au delà, car sa marche serait désormais une ascension contraire à sa nature.

1. ARISTOTE, *De Cælo* lib. I, cap. II (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 368 ; éd. Bekker, vol. I, p. 268, col. b).
2. ARISTOTE, *Météores*, livre I, ch. III (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. III, p. 555 ; éd. Bekker, vol. I, p. 341, col. a).
3. ARISTOTE, *De Cælo* lib. I, cap. II (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 368 ; éd. Bekker, vol. I, p. 269, col. a).
4. ARISTOTE, *De Cælo* lib. IV, cap. IV (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 429 ; éd. Bekker, vol. I, p. 311, col. b).

Le feu [1] se porte donc vers la région qui confine à l'orbe de la Lune, région qui est son *lieu naturel* (οἰκεῖος τόπος), et la terre au centre du Monde, qui est également son lieu naturel.

Ainsi, « comme il est impossible [2] qu'un mobile soit porté indéfiniment en ligne droite, il faut qu'il s'arrête quelque part et qu'il y demeure en repos, non par violence, mais par nature. Que si le repos en un certain lieu est naturel à un corps, le mouvement qui porte le corps à ce lieu sera, lui aussi, conforme à la nature. » On peut, en effet, poser ce principe : « Un corps repose par violence en un lieu où il est porté par violence ; il demeure naturellement en repos là où il est porté par mouvement naturel ».

Comment devons-nous comprendre ce repos au lieu naturel qui, pour un corps grave comme pour un corps léger, est le terme du mouvement naturel ?

Le lieu naturel a une certaine affinité, une certaine parenté avec le corps apte à y demeurer en repos. « Il est raisonnable, dit Aristote [3], que tout corps soit porté vers son lieu propre ; ce qui, sans violence, demeure immédiatement contigu à un corps est congénère (συγγενής) à ce corps ; les corps de même nature, [mis ainsi au contact l'un de l'autre], n'éprouvent aucune influence mutuelle ; mais des corps contigus [qui ne sont pas de même nature] peuvent agir l'un sur l'autre et pâtir l'un de l'autre. Ce n'est point non plus sans raison que chaque corps demeure par nature en son lieu propre ; un corps a, avec l'ensemble du lieu qui lui est propre, une affinité analogue à celle qu'une partie, détachée d'un certain tout, garde avec ce tout. »

Ces considérations sur l'affinité qui unit chaque corps à son lieu naturel offrent une ambiguïté qu'Aristote va dissiper en un autre endroit. On pourrait penser que l'affinité d'un corps pour son lieu naturel n'est pas seulement analogue, mais bien identique à l'affinité qui unit une partie de matière au tout dont elle a été détachée. S'il en était ainsi, une pierre ou une portion de terre, élevée au-dessus du sol, retomberait pour aller rejoindre la masse de la terre à laquelle elle a été arrachée ; une partie de feu, placée dans l'air, monterait pour aller rejoindre la grande sphère de feu que borne l'orbe de la Lune. Chaque corps fuirait le contact des corps dont la nature diffère de la sienne pour rejoindre ceux qui

1. Aristote, *Physique*, livre IV, ch. IV [VII] (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 290 ; éd. Bekker, vol. I, p. 211, col. a).
2. Aristote, *De Cœlo* lib. III, cap. II (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 413 ; éd. Bekker, vol. I, p. 300, coll. a et b).
3. Aristote, *Physique*, livre IV, ch. V [VII] (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 291 ; éd. Bekker, vol. I, p. 212, col. b).

lui sont homogènes. Au *Timée*, Platon enseignait [1] semblable doctrine.

Cette doctrine, Aristote [2] la repousse formellement. Lorsqu'une masse de terre pesante vient à tomber, ce n'est pas parce qu'elle cherche à s'unir à l'ensemble de l'élément terrestre, mais parce qu'elle tend au centre du Monde. « Les anciens disaient que le semblable se porte vers son semblable (ὅτι τὸ ὅμοιον φέροιτο πρὸς τὸ ὅμοιον). Cela n'arrive aucunement. Si l'on plaçait la Terre au lieu où la Lune se trouve maintenant, une partie détachée de la Terre ne se porterait point vers la Terre entière, mais bien vers le lieu où la Terre est maintenant placée. »

Ce mouvement naturel du corps grave vers le bas, du corps léger vers le haut s'explique comme tous les autres mouvements ; privée d'une forme, la matière est portée vers ce qui peut lui conférer cette forme. « Cela meut [3] vers le haut ou vers le bas qui est producteur de légèreté ou de gravité ; cela est mobile qui est léger en puissance ou lourd en puissance. Que chaque corps soit porté vers son lieu propre, cela revient à dire qu'il est porté vers sa forme propre — Εἰ οὖν εἰς τὸ ἄνω καὶ τὸ κάτω κινητικὸν μὲν τὸ βαρυντικὸν καὶ τὸ κουφιστικόν, κινητὸν δὲ τὸ δυνάμει βαρὺ καὶ κοῦφον, τὸ δ' εἰς τὸ αὑτοῦ τόπον φέρεσθαι ἕκαστον τὸ εἰς τὸ αὑτοῦ εἶδος ἐστι φέρεσθαι. »

Ce passage d'Aristote a suscité bien des commentaires qui ont contribué à en éclaircir le sens.

On pourrait être tenté de l'interpréter ainsi : Dans un corps qui tombe, la matière est le mobile, tandis que la forme est le moteur. On s'écarterait assurément de la pensée d'Aristote ; dans un corps qui se meut de mouvement local, le Stagirite entend que la forme se meuve avec la matière [4], que le mobile soit formé par la substance prise en son intégrité, forme et matière : « Τὸ μὲν γὰρ εἶδος καὶ ἡ ὕλη οὐ χωρίζεται τοῦ πράγματος. »

Voici donc comment il faut exactement comprendre la pensée d'Aristote :

Dans un corps pesant ou léger, le mobile, c'est le corps tout entier, composé de sa matière et de sa forme. Mais ce corps, lorsqu'il ne se trouve pas en son lieu naturel, est en puissance de quelque chose, à savoir d'occuper le lieu naturel dont il est privé ; s'il n'en est

1. Voir Chapitre II, § VI, pp. 50-51.
2. Aristote, *De Cœlo* lib. IV, cap. III (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 427 ; éd. Bekker, vol. I, p. 310, col. b).
3. Aristote *loc. cit.*
4. Aristote, *Physique*, livre IV, ch. II [IV] (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 287 ; éd. Bekker, vol. I, p. 209, col. b).

pas empêché, il se meut jusqu'à ce qu'il occupe ce lieu d'une manière actuelle ; la privation dont il était affecté prend alors fin, et le mouvement cesse.

Ce corps, étant en puissance de quelque chose, peut, à l'égard de ce quelque chose, être considéré comme une matière ; ce dont il est en puissance, ce dont il est privé peut, à l'égard de ce corps, être regardé comme une forme ; voilà pourquoi on peut dire que lorsqu'il est porté vers son lieu naturel, il est porté vers sa forme.

Cette manière de parler n'a d'ailleurs rien qui puisse nous surprendre. Aristote enseigne formellement [1] que la matière, c'est le sujet qui demeure immuable en un changement quelconque, et il n'a garde d'exclure le changement de lieu : « Οἷον κατὰ τόπον τὸ νῦν μὲν ἐνθαῦτα, πάλιν δ' ἄλλοθι ». Autant donc il y a de changements différents dont un même être est capable, autant il y a de formes différentes dont il est en puissance, autant l'abstraction pourra discerner en lui de matières distinctes : « Il est manifeste d'après cela [2] que chaque mise en acte différente est aussi la raison d'être d'une matière différente — Ἡ ἐνέργεια ἄλλη ἄλλης ὕλης καὶ ὁ λόγος ». En un même corps, on pourra distinguer la capacité à telle mixtion, qui sera une matière, la capacité à telle altération, qui sera une seconde matière, la capacité à telle dilatation, qui sera une troisième matière. La capacité à occuper tel lieu naturel, situé au centre du Monde ou contigu à l'orbe lunaire, constituera, dès lors, une matière particulière ; cette matière-là sera le mobile grave ou léger ; le lieu naturel sera l'acte dont cette matière est en puissance et dont elle est privée.

Tel est, croyons-nous, le sens précis qu'il convient d'attribuer au passage où Aristote définit la nature de la pesanteur et de la légèreté.

Nous avons parlé jusqu'ici du corps grave comme d'un corps qui est simplement en puissance d'occuper le centre du Monde, du corps léger comme d'un corps qui est simplement en puissance du lieu contigu à l'orbe de la Lune ; ces corps-là, Aristote les nomme l'un *simplement* ou *absolument* grave, l'autre *simplement* ou *absolument* léger (ἁπλῶς βαρύ, ἁπλῶς κοῦφον) [3]. La terre élémentaire est simplement grave, le feu élémentaire est simplement léger.

1. Aristote, *Métaphysique*, livre VII, ch. I (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 558 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1042, col. a).
2. Aristote, *Métaphysique*, livre VII, ch. II (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 559 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1043, col. a).
3. Aristote, *De Cœlo* lib. IV, cap. IV (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, pp. 428-429 ; éd. Bekker, vol. I, p. 311, col. a).

Il y a, en outre, des corps qui sont *relativement* graves et *relativement* légers (πρός τι βαρύ, πρός τι κοῦφον). On peut ranger ces corps sur une sorte d'échelle ; le corps qui se trouve sur un échelon est plus grave que le corps placé sur l'échelon immédiatement supérieur, plus léger que le corps placé sur l'échelon immédiatement inférieur. Si nous nous bornons à considérer les éléments, l'eau est plus légère que la terre, mais elle est plus grave que l'air, qui est lui-même plus grave que le feu.

Un corps relativement grave et relativement léger ne tend pas simplement à descendre ou simplement à monter ; il tend à descendre si le corps qui est au-dessous de lui est plus léger que lui ; il tend à monter si le corps qui est au-dessus de lui est plus lourd que lui. Une goutte d'eau tombe au sein de l'air ; une bulle d'air monte lorsqu'elle a de l'eau au-dessus d'elle.

La notion du lieu naturel se transforme lorsqu'il s'agit d'un corps qui est grave ou léger d'une manière relative [1] ; un tel corps demeurera en repos et, partant, il sera en son lieu naturel lorsqu'il aura, au-dessous de lui, des corps plus lourds que lui et, au-dessus de lui, des corps plus légers que lui.

Si donc les éléments se trouvaient exactement en leurs lieux naturels, la terre occuperait la région centrale du Monde, l'eau entourerait la terre, l'air entourerait l'eau et le feu entourerait l'air.

Telle est, en ses grandes lignes et en négligeant une foule de détails, la théorie du grave et du léger proposée par Aristote. Pendant deux millénaires, elle va dominer toute la Science mécanique. La révolution copernicaine la renversera pour reprendre, tout d'abord, la théorie platonicienne ; elle admettra que le semblable attire son semblable et que les parties détachées d'un astre ont tendance à retourner à cet astre. Attaquée à son tour par Képler, cette doctrine de Platon finira par céder le pas à l'hypothèse de l'attraction mutuelle de deux corps quelconques, hypothèse qui triomphera avec Newton.

Passons rapidement en revue quelques-uns des problèmes auxquels Aristote a appliqué sa théorie de la pesanteur.

1. ARISTOTE, *De Cœlo* lib. IV, cap. IV (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, pp. 430-431 ; éd. Bekker, vol. I, p. 312, col. b).

XIII

LA FIGURE DE LA TERRE ET DES MERS

L'un des plus remarquables chapitres du *Traité du Ciel* est, assurément celui où le Stagirite entreprend de prouver la sphéricité de la terre [1]. Les arguments qu'il donne peuvent se ranger en deux catégories : Les uns, fondés sur l'observation, démontrent qu'en fait, la terre est ronde ; ils nous révèlent le τὸ ὅτι. Les autres, déduits des principes de la Physique, nous donnent l'explication de cette sphéricité ; ils nous enseignent le τὸ διότι.

Parmi ceux-là, qui sont tirés de ce qui apparaît aux sens (διὰ τῶν φαινομένων κατὰ τὴν αἴσθησιν), se place, en premier lieu, celui que fournit la figure circulaire de l'ombre de la terre, dans les éclipses de Lune. Cet argument est le plus probant que l'Antiquité ait connu [2] ; il ne paraît pas, cependant, qu'il ait été repris par aucun des cosmographes grecs ou latins qui sont venus après Aristote.

A la suite de cette preuve, le Stagirite mentionne cette autre observation : Le voyageur, s'avançant du Nord au Sud, voit certaines constellations s'abaisser et disparaître, tandis que d'autres, qui lui étaient d'abord inconnues, surgissent et s'élèvent devant lui. Cette observation peut même servir à évaluer les dimensions du globe terrestre ; de ces dimensions, Aristote fait connaître une détermination ; cette détermination, qu'il tenait peut-être d'Eudoxe, est la plus ancienne qui soit parvenue à notre connaissance ; nous en reparlerons plus loin [3].

Les deux preuves que nous venons de rapporter n'invoquent aucun principe qui soit particulier à la Physique péripatéticienne ; il n'en est plus de même de celle-ci qui fait encore appel, cependant, aux données de la perception sensible.

Aristote admet que tous les graves, lorsqu'ils tombent librement, tendent au centre du Monde ; or la ligne qu'ils suivent en leur chute, la *verticale*, variable en direction d'un point à l'autre de la terre, est toujours normale à la surface de ce corps ; cette surface est donc sphérique.

1. Aristote, *De Cœlo* lib. II, cap. XIV (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, pp. 407-410 ; éd. Bekker, vol. I, pp. 296, col. a-298, col. a).
2. Paul Tannery, *Recherches sur l'histoire de l'Astronomie ancienne*, ch. V, 1 ; p. 103.
3. Voir chapitre IX, § 1.

La théorie de la pesanteur fournit au Stagirite un argument d'un autre ordre ; cet argument déduit la figure de la terre des principes généraux de la Physique ; en langage péripatéticien, il l'explique par les causes, il en fait connaître le τὸ διότι ; il surpasse donc les autres en excellence, et c'est pourquoi, sans doute, il est exposé avant eux ; les trois arguments où l'observation est invoquée servent à constater que les faits qui se manifestent à la perception sensible sont conformes aux conclusions de la Physique démonstrative.

Citons les paroles mêmes d'Aristote :

« Il faut, que la terre ait la forme sphérique. En effet, chacune de ses parcelles est douée de poids et tend au centre de l'Univers ; si une parcelle moins pesante est poussée par une parcelle plus pesante, elle ne saurait s'échapper, mais, bien plutôt, elle se trouve comprimée ; l'une cède à l'autre jusqu'à ce qu'elle soit parvenue au centre même. Comprenons donc que ce qui se passe est identique à ce qui se produirait si la terre avait été formée comme l'imaginent certains physiciens; seulement, ces physiciens prétendent que la terre doit son origine à une projection violente des corps vers le bas ; à cette opinion, il nous faut opposer la doctrine véritable et dire que cet effet se produit parce que tout ce qui a poids tend naturellement au centre. Lors donc que la terre n'était encore une masse unique qu'en puissance, ses diverses parties, séparées les unes des autres, étaient, de toutes parts et par une tendance semblable, portées vers le centre. Partant, soit que les parties de la terre, séparées les unes des autres et venant des extrémités du Monde, se soient réunies au centre, soit que la terre ait été formée par un autre procédé, l'effet produit sera exactement le même. Si des parties se sont portées des extrémités du Monde au centre, et cela en venant de toutes parts de la même manière, elles ont nécessairement formé une masse qui soit semblable de tous côtés ; car s'il se fait, en toutes les directions, une égale addition de parties, la surface qui limite la masse produite devra, en tous ses points, être équidistante du centre ; une telle surface sera donc de figure sphérique. Mais l'explication de la figure de la terre ne sera pas changée si les parties qui la forment ne sont point venues en quantité égale de toutes parts. En effet, la partie la plus grande poussera nécessairement la partie plus petite qu'elle trouve devant elle, car toutes deux ont tendance au centre, et le poids le plus puissant pousse le moindre. »

Sous une forme bien sommaire et bien vague encore, ce passage contient le germe d'une grande vérité, qui ira se développant

à travers les siècles : C'est à la pesanteur que la terre doit sa figure.

De la pesanteur des divers corps terrestres, on ne saurait conclure que la terre soit sphérique, mais seulement qu'elle tend à l'être ; grâce à leur rigidité, ses diverses parties s'étayent les unes les autres et se gênent en leurs mouvements. Il n'en est plus de même de l'eau ; la fluidité de cet élément supprime tout obstacle au changement de figure ; une eau dont les diverses parties tendent au centre du Monde ne saurait être en équilibre que sa surface ne soit une sphère concentrique à l'Univers.

Aristote a fort bien reconnu cette vérité ; il a entrepris de démontrer géométriquement la sphéricité de la surface des eaux ; plus exactement, il a prouvé que si une face plane venait à interrompre cette parfaite sphéricité, cette face ne pourrait persister, tandis que la figure sphérique serait restaurée par la pesanteur. Voici en quels termes [1], trop concis, le *Traité du Ciel* présente cette argumentation :

« Que la surface de l'eau soit sphérique, cela est manifeste, si l'on accepte cette hypothèse : La nature de l'eau est de s'écouler

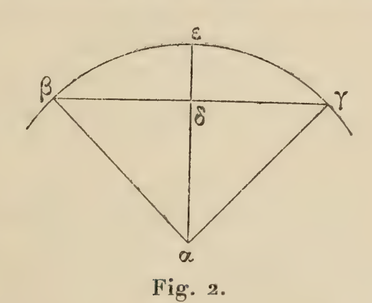


Fig. 2.

vers les lieux les plus bas, et ce lieu-là est le plus bas qui est le plus voisin du centre. En effet, du centre α (fig. 2), menons deux lignes $\alpha\beta$, $\alpha\gamma$; joignons $\beta\gamma$; sur cette ligne $\beta\gamma$ abaissons, du point α, la perpendiculaire $\alpha\delta$ et prolongeons-la jusqu'en ε ; cette ligne $\alpha\delta$ sera la plus courte que l'on puisse mener du centre à un point de la ligne $\beta\gamma$. La ligne $\alpha\varepsilon$ est prise égale aux autres lignes $\alpha\beta$, $\alpha\gamma$, issues du centre. Il faudra donc que l'eau comprenne la même longueur de toutes ces lignes issues du centre ; alors, elle demeurera en équilibre. Mais le lieu des extrémités de lignes égales issues du centre est une circonférence ; la surface de l'eau qui est $\beta\gamma$ sera donc sphérique. »

1. Aristote, *De Cœlo* lib. II, cap. IV (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 394 ; éd. Bekker, p. 287, col. b).

Trop sommaire, ce raisonnement ne va pas sans quelque obscurité ; Aristote, d'ailleurs, montre presque toujours une certaine gaucherie lorsqu'il use des déductions du géomètre ; et cependant, ce passage du *Traité du Ciel* mérite de retenir un instant l'attention.

Pour la première fois, on tentait d'appliquer le raisonnement mathématique à l'établissement d'une loi de l'équilibre des liquides pesants, en sorte que, par là, l'Hydrostatique rationnelle se trouvait fondée ; et le premier problème qu'abordait la science nouvelle, c'était ce problème qui, aujourd'hui encore, donne lieu à de si profondes recherches, le problème de la figure d'équilibre des mers.

Il n'était guère malaisé de donner au raisonnement d'Aristote une forme géométrique plus explicite et plus rigoureuse ; après lui, on s'y appliqua.

Nous trouvons, en effet, cette même démonstration, mais plus clairement et plus complètement exposée, dans le *Livre d'Astronomie* ou Théon de Smyrne [1] a rapporté, par fragments, l'enseignement de son maître Adraste d'Aphrodisias ; et, vers le même temps, une allusion, peu claire d'ailleurs, à cette démonstration, se lit dans l'*Histoire naturelle* de Pline l'Ancien [2] et dans les *Pneumatiques* de Héron d'Alexandrie [3]. De bonne heure, assurément, la théorie de la figure des mers donnée par Aristote était devenue classique dans les écoles.

Cependant, avant le temps où écrivaient Héron, Pline et Adraste, une autre démonstration de la sphéricité de la surface des mers avait été donnée par Archimède [4]. Bien qu'elle impliquât une idée erronée sur la grandeur de la pression hydrostatique [5], cette démonstration était plus savante que celle d'Aristote ; elle était même trop savante pour les successeurs immédiats d'Archimède, et c'est à cette cause, sans doute, qu'il faut attribuer l'oubli profond où elle est demeurée jusqu'au temps de la Renaissance.

Jusqu'à cette époque, d'ailleurs, l'œuvre d'Archimède et, en particulier, le traité *Des corps flottants* furent fort admirés, mais

1. Theonis Smyrnæi *Liber de Astronomia*, cap. III ; éd. Th.-H. Martin, pp. 144-149 ; éd. J. Dupuis, pp. 204-205.
2. C. Plinii Secundi *De Mundi historia* liber II, cap. LXV.
3. Heronis Alexandrini *Spiritalium liber*, a Federico Commandino Urbinate ex græco nuper in latinum conversus ; Urbini, MDLXXV. Fol. 11, verso, et fol. 12, recto.— Heronis Alexandrini. *Opera quæ supersunt omnia*. Volumen I. Herons von Alexandria *Druckwerke und Automatentheater*, griechisch und deutsch herausgegeben von Wilhelm Schmidt. Leipzig, 1899. Pp. 38-39.
4. Archimède, *Des corps flottants* (Περὶ ὀχουμένων), livre I, prop. I.
5 P. Duhem, *Archimède a-t-il connu le paradoxe hydrostatique* ? (*Bibliotheca mathematica*, 3te Folge, Bd. I, p. 15 ; 1900).

fort peu lus ; dès l'Antiquité, on ne les connaissait plus guère que de réputation ; Ch. Thurot en a fait la remarque [1] : « Pappus cite [2] le Περὶ ὀχούμενων d'Archimède parmi les livres de Mécanique appliquée, avec les *Pneumatiques* de Héron d'Alexandrie ; il n'en connaissait visiblement que le titre ».

Au Moyen-Age, en 1269, le Περὶ ὀχούμενων fut mis en latin [3], sous le titre : *De insidentibus aquæ*, par le célèbre traducteur Guillaume de Mœrbeke ; mais il ne paraît pas que les Scolastiques, fort attentifs à reproduire l'argumentation d'Aristote, aient tiré le moindre parti de cette traduction. Pour que l'on songeât à la lire, il fallut qu'au XVIe siècle, elle tombât aux mains du fripon impudent qu'était Nicolò Tartaglia ; celui-ci n'hésita pas à se l'approprier et, en 1543, à la publier [4] comme son œuvre. En volant Guillaume de Mœrbeke, Tartaglia rendit à la Science mathématique un service insigne, car il mit en honneur l'étude d'Archimède. Mais, jusqu'au jour de cet heureux larcin, on ne connut communément d'autre théorie mécanique de l'équilibre des mers que celle dont Aristote était l'auteur.

XIV

LE CENTRE DE LA TERRE ET LE CENTRE DU MONDE

L'argumentation d'Aristote ne démontrait pas seulement que la terre tendait vers la forme sphérique, que la surface de la mer avait la figure d'une portion de sphère ; elle prouvait, en même temps, que ces deux surfaces sphériques avaient même centre que le centre du Monde.

Le centre de la terre coïncidant avec le centre du Monde, il reviendrait évidemment au même, en pratique, de dire que les graves se portent au centre de la terre ou de dire, comme le veut Aristote, qu'ils se portent au centre du Monde. Cette remarque

1. Ch. Thurot, *Recherches historiques sur le principe d'Archimède (Revue Archéologique*, Nouvelle série, t. XIX, p. 47 ; 1869).
2. Pappi Alexandrini *Collectiones quæ supersunt*. Edidit Fridericus Hultsch, vol. III, p. 1025 ; Berolini, 1878.
3. Valentin Rose, *Deutsche Litteraturzeitung*, 1884, pp. 210-213 — J Heiberg, *Neue Studien zu Archimedes (Zeitschrift für Mathematik und Physik*, XXXIVer Jahrgang, 1889. Supplement, p. 1).
4. *Opera* Archimedis Syracusani philosophi et mathematici ingeniosissimi *per* Nicolaum Tartaleam Brixianum (mathematicarum scientiarum cultorem) *multis erroribus emendata, expurgata ac in luce posita*, Venetiis, 1543.

provoque le Stagirite à développer les réflexions suivantes [1] :

« On se demandera, puisque le centre de l'Univers et le centre de la terre coïncident, vers lequel de ces deux centres se portent naturellement tous les graves et les parties mêmes de la terre. Se portent-ils vers ce point parce qu'il est le centre de l'Univers ou parce qu'il est le centre de la terre ? C'est vers le centre de l'Univers qu'ils se portent nécessairement..... Mais il arrive que la terre a même centre que l'Univers. Dès lors, les graves se portent au centre de la terre, mais cela par accident et parce que la terre a son centre au centre de l'Univers..... C'est pourquoi ils se portent au centre commun de la terre et de l'Univers.....

» Voici un autre doute qui peut se résoudre de la même manière : Supposons que la terre soit sphérique et qu'elle occupe le centre du Monde, puis que l'on ajoute un grand poids à l'un de ses hémisphères ; le centre de l'Univers et celui de la terre ne coïncideront plus. Qu'arrivera-t-il alors ? Ou bien la terre ne demeurera pas immobile au milieu de l'Univers, ou bien elle demeurera immobile, bien qu'elle ne tienne pas ce milieu et, partant, qu'elle soit apte à se mouvoir. Voilà la question douteuse. Mais ce doute se résoudra sans peine pour peu que nous analysions le jugement que nous formons lorsqu'un certain volume pesant se porte au centre. Il est clair que le mouvement de ce grave ne s'arrêtera pas au moment même où son extrémité inférieure touchera le centre de l'Univers ; sa partie la plus pesante l'emportera tant que son milieu ne coïncidera pas avec le milieu de l'Univers ; car jusqu'à cet instant, il aura poids (ῥοπή). Or on peut en dire autant soit d'une particule terrestre quelconque, soit de la terre entière ; car ce que nous venons de dire n'arrive pas à cause de la grandeur ou de la petitesse ; cela est commun à tout ce qui a poids pour se mouvoir vers le centre. Que la terre donc, à partir d'un lieu quelconque, se porte au centre soit en bloc, soit par fragments, elle se mouvra nécessairement jusqu'à ce qu'elle environne le centre d'une manière uniforme, les moindres parties se trouvant égalées aux plus grandes en ce qui concerne la poussée de leur poids. »

La position que la terre occupe autour du centre du Monde est donc conditionnée par ceci, que les tendances qu'ont ses diverses parties à se porter au centre de l'Univers se compensent les unes les autres, comme se compensent les tendances à descendre qui sollicitent deux poids égaux placés dans les deux plateaux d'une

1. Aristote, *De Cœlo* lib. II, cap. XIV (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, pp. 407-409 ; éd. Bekker, vol. I, p. 296, col. b).

balance juste. Aristote n'use pas explicitement de cette comparaison ; mais elle est si parfaitement adaptée à sa pensée que ses plus fidèles commentateurs ne se sont pas fait faute de l'employer. Nous la devinons, notamment, dans la *Paraphrase* de Thémistius [1].

Aristote, d'ailleurs, ne cherche pas à pénétrer plus avant dans l'analyse de cette condition d'équilibre ; il ne tente pas d'indiquer avec précision quel est ce point milieu (τό μέσον) qui, dans la terre ou dans une masse grave quelconque, doit coïncider avec le centre de l'Univers pour que la masse n'ait plus tendance à se mouvoir. La comparaison de ce problème d'équilibre avec celui de la balance dut, aux physiciens venus après Archimède, suggérer l'idée que ce point était identique au *centre de gravité* ; l'immobilité indifférente de la terre dont le milieu coïncide avec le centre de l'Univers se trouvait alors analogue à l'équilibre indifférent d'une masse pesante suspendue par son centre de gravité. De cette assimilation, nous trouvons la trace au *Commentaire* de Simplicius.

Simplicius, étudiant [2] le passage d'Aristote que nous venons de citer, fait un rapprochement, bien vague encore, entre le *milieu* du grave, dont le Stagirite a parlé, et le *centre de gravité* considéré par Archimède. Il regarde l'objection examinée par Aristote comme engendrée par les recherches « que les mécaniciens nomment les *Centrobaryques* (κεντροβαρικά) ; car les Centrobaryques, au sujet desquels Archimède et plusieurs autres ont énoncé des propositions nombreuses et fort élégantes, ont pour objet de trouver le centre d'une gravité donnée. Il est clair que l'Univers, [c'est-à-dire la terre, supposée sphérique,] aura même centre de grandeur et de gravité. »

Simplicius, dans la discussion de la pensée d'Aristote, s'inspire, à plusieurs reprises, d'Alexandre d'Aphrodisias ; il nous rapporte [3] en ces termes l'opinion de ce commentateur :

« C'est fort élégamment qu'Alexandre ajoute à ce qui précède la cause en vertu de laquelle la figure de la terre n'est pas exactement sphérique ; ce fait, il l'attribue à l'hétérogénéité de la terre et au poids inégal de ses parties (τὸ ἀνομοιομερὲς τῆς γῆς καὶ

1. Themistii peripatetici lucidissimi *Paraphrasis in Libros Quatuor* Aristotelis *de Cœlo nunc primum in lucem edita*. Moyse Alatino Hebraeo Spoletino Medico, ac Philosopho Interprete. Ad Aloysium Estensem Card. amplissimum. Venetiis, apud Simonem Galignanum de Karera, MDLXXIIII. Fol. 38, verso. — Themistii *In libros Aristotelis de Caelo paraphrasis, hebraïce et latine*. Edidit Samuel Landauer, Berolini, MCMII. P. 141.

2. Simplicii *In Aristotelis libros de Cœlo commentarii* ; lib. II, cap. XIV ; éd. Karsten, p. 243, col. a ; éd. Heiberg, p. 543.

3. Simplicius, *loc. cit.*; éd. Karsten, p. 244, col. a ; éd. Heiberg, p. 546.

ἀνισόρροπον). En effet, dit-il, le centre du poids et de la densité (τὸ μέσον τῆς ῥοπῆς καὶ τοῦ βάρους) n'est pas, pour tous les corps denses, exactement le même point que le centre de la grandeur (τὸ μέσον τοῦ μεγέθους) ; pour certains corps, il s'écarte de ce dernier, car tous les corps denses n'ont pas même densité en toutes leurs parties (ἰσοβαρῆ) ; et il faut faire attention que le centre [du Monde] retient les corps denses par le centre de leur pesanteur propre et non pas par le centre de leur grandeur (σπεύδει δὲ τὰ βαρέα τῷ τῆς ῥοπῆς τῆς οἰκείας μέσῳ λαβέσθαι τοῦ μέσου, οὐ τῷ τοῦ μεγέθους μέσῳ). Partant, que la grandeur de la terre ne soit pas, de toutes parts, équidistante du centre [du Monde], cela n'empêche aucunement que le centre de la terre, celui qui est relatif au poids, se trouve au centre de l'Univers. — Διόπερ οὐδὲν κωλύει τοῦ μέσου τῆς γῆς τοῦ κατὰ τὴν ῥοπὴν ὄντος ἐν τῷ τοῦ παντὸς μέσῳ τὰς τοῦ μεγέθους τῆς γῆς ἀποστάσεις τὰς ἀπὸ τοῦ μέσου μὴ πάντῃ ἴσας εἶναι. »

Le passage d'Aristote et les quelques lignes de Simplicius que nous venons de citer ont eu, sur le développement des sciences de la nature, une influence dont il est difficile d'évaluer la puissance et l'étendue.

Reprise au XIVe siècle par les Nominalistes de Paris [1], et développée par les mathématiciens au XVIe et au XVIIe siècles, la supposition qu'en chaque corps pesant, le centre de gravité est le point qui tend à s'unir au centre du Monde a donné naissance à toute une Statique ; erronée en son principe, cette Statique n'en a pas moins légué à la Science moderne plusieurs propositions d'une extrême importance ; les paradoxes qu'elle engendre ont mis aux prises les meilleurs géomètres du XVIIe siècle et suscité entre eux une âpre discussion : par cette discussion, les corollaires exacts de cette doctrine ont été détachés du principe faux qui les avait engendrés.

L'équilibre de la terre, assuré lorsque le centre de gravité de ce corps est uni au centre du Monde, est troublé par tout déplacement de poids qui dérange ce centre de gravité. Les transports de masses pesantes à la surface de la terre ont donc pour effet d'obliger la terre entière à des mouvements petits et incessants ; ces mouvements tendent à remettre au centre du Monde le centre de la gravité terrestre qui s'en est quelque peu écarté. A partir du XIVe siècle, les Nominalistes de l'Université de Paris accorderont une grande attention à ces petits déplacements ; par là, ils accoutumeront les esprits à regarder comme sans cesse en mouvement

1. P. Duhem, *Les Origines de la Statique*, t. II, pp. 2-185.

cette terre qui nous paraît immobile ; ils les prépareront à recevoir sans étonnement les suppositions de Copernic.

Ces mouvements incessants de la terre modifient continuellement, d'ailleurs, la disposition de la mer et des continents. L'étude de ces changements, affirmés par les Parisiens du XIVe siècle, séduira au plus haut point la curiosité de Léonard de Vinci et en fera l'initiateur de la Stratigraphie [1].

Ainsi, dans un corollaire déduit par Aristote de sa théorie de la pesanteur, il nous est donné de reconnaître le germe infime d'où sont issues plusieurs des grandes doctrines dont la Science contemporaine se montre légitimement fière. En ce corollaire, le Stagirite voyait surtout l'explication physique de l'immobilité de la terre au centre du Monde.

XV

L'IMMOBILITÉ DE LA TERRE

Au temps d'Aristote, la doctrine de Philolaüs, qui mettait la terre hors du centre du Monde et la faisait mouvoir autour de ce centre occupé par le feu, comptait sans doute des partisans attardés, au sein des écoles pythagoriciennes de l'Italie ; lorsqu'Aristote nomme [2] les défenseurs de cette opinion : « Οἱ περὶ Ἰταλίαν, καλούμενοι δὲ Πυθαγόρειοι », il en parle comme il le ferait de contemporains.

D'autres pythagoriciens, postérieurs à Philolaüs, se contentaient de donner à la terre un mouvement de rotation propre à sauver la circulation diurne des astres ; tels étaient Hicétas et Ecphantus [3] ; leur enseignement n'était assurément pas sans disciple à l'époque où écrivait Aristote.

Enfin, à cette même époque, nous le verrons, Héraclide du Pont attribuait probablement à la terre un double mouvement, un mouvement diurne de rotation et un mouvement annuel de circulation autour du Soleil.

1. P. Duhem, *Albert de Saxe et Léonard de Vinci*, II et III (*Études sur Léonard de Vinci, ceux qu'il a lus et ceux qui l'ont lu*. Première série, pp. 13-19 et pp. 29-33). — *Léonard de Vinci, Cardan et Bernard Palissy*, III et IV (*Ibid.*, Première série, pp. 234-253). — *Léonard de Vinci et les Origines de la Géologie*. (*Ibid.*, Seconde série. pp 283-357).

2. Aristote, *De Cœlo* lib. II, cap. XIII (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 403 ; éd. Bekker, vol. I, p. 203, col. a).

3. *Vide supra*, chapitre I, § IV, pp. 21-27.

La croyance en l'immobilité de la terre au centre du Monde était donc fortement ébranlée dans les Écoles contemporaines de celle de Stagirite. En l'absence même de toute donnée historique positive, on l'eût pu deviner au soin avec lequel le Philosophe argumente en faveur de cette croyance.

Son argumentation peut se résumer sous quatre chefs principaux :

1° Le mouvement du Ciel exige qu'un corps immobile, étranger au Ciel, occupe le centre du Monde ;

2° Des raisons de Physique prouvent qu'il n'est pas possible que la terre se meuve ;

3° Des expériences démontrent qu'en fait, la terre ne se meut point ;

4° Enfin la Physique nous enseigne la cause du repos de la terre.

Passons sommairement en revue les raisonnements par lesquels Aristote soutient chacune de ces quatre propositions.

1.

Au *Traité du Ciel*, Aristote se demande pourquoi, au lieu d'un ciel unique, animé d'un seul mouvement de rotation, il existe plusieurs cieux concentriques qui se meuvent diversement. C'est en répondant à cette question qu'il écrit ce qui suit [1] :

« Le Ciel n'est pas, en son entier, un seul et même corps, car tout corps animé d'un mouvement de rotation tourne nécessairement autour d'un centre fixe ; et, d'autre part, si une sphère est animée d'un mouvement de rotation, il n'est aucune partie de cette sphère qui demeure absolument fixe. »

La première proposition formulée par Aristote ne saurait faire l'objet d'un doute ; dans une sphère animée d'un mouvement de rotation, le centre est fixe. Entre cette proposition et celle qui la suit, la continuité logique est visiblement interrompue ; il nous faut suppléer une pensée que le Stagirite sous-entend, et cette pensée ne peut être que celle-ci : Ce qui est immobile, ce n'est pas un simple point, le centre géométrique ; il faut que ce soit une portion de matière d'une certaine étendue, il faut que ce soit un corps.

Cet intermédiaire rétabli, la suite des raisonnements du Stagirite se déroule sans interruption.

1. Aristote, *De Cœlo* lib. II, cap. III (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, pp. 392-393 ; éd. Bekker, vol. I, p. 286, col. a).

Au centre de la sphère céleste animée d'un mouvement de rotation, il faut un corps immobile ; or, si cette sphère était une masse rigide, animée tout entière du même mouvement de rotation, aucune de ses parties, si petite soit-elle, ne demeurerait immobile ; il faut donc qu'une discontinuité sépare le corps central immobile du reste de la sphère qui tourne autour de lui.

Ce corps central immobile sera-t-il formé de la même substance que le Ciel ? Si oui, c'est donc que la substance céleste peut demeurer naturellement en repos au centre du Monde.

Mais au nombre des principes de la Mécanique péripatéticienne se trouve, nous l'avons vu [1], celui-ci [2] : Si un corps peut, sans aucune violence, demeurer immobile en un certain lieu, qui est alors son *lieu naturel*, lorsqu'il se trouvera hors de ce lieu, il se portera vers lui par *mouvement naturel*. Susceptible de demeurer naturellement en repos au centre du Monde, la substance céleste se porterait naturellement vers ce lieu lorsqu'elle s'en trouve écartée ; le Ciel aurait pour mouvement naturel le mouvement centripète qui caractérise les corps graves. Or cela ne peut être ; la substance ingénérable et incorruptible qui constitue le Ciel n'est susceptible que d'un seul mouvement, du mouvement auquel la perpétuité ne répugne pas, du mouvement circulaire.

Le corps central immobile dont la révolution du Ciel suppose l'existence ne saurait être formé par la substance exempte de génération et de corruption qui constitue les cieux ; il est nécessairement composé d'une autre substance qui puisse avoir pour mouvement naturel le mouvement centripète, le mouvement de gravité, partant d'une substance susceptible d'altération ; ainsi, la révolution même des cieux prouve qu'au centre autour duquel cette révolution se produit doit résider un corps qui n'est pas immuable, qui est pesant et qui demeure immobile. « Il faut donc, conclut Aristote, que la terre existe ; elle est ce corps qui demeure immobile au centre. »

Cette théorie qui, de la perpétuelle circulation de la substance immuable des cieux déduit l'existence d'une terre, hétérogène à la substance céleste, pesante et immobile au centre du Monde, est assurément l'une des doctrines les plus audacieusement originales que le Stagirite ait formulée.

Pour dérouler la chaîne de cette argumentation, nous avons dû forger une maille qui faisait défaut. L'intermédiaire que nous avons

1. *Vide supra*, § XII, p. 207.
2. ARISTOTE, *De Cœlo* lib. I, cap. VIII (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 378 ; éd. Bekker, vol. I, p. 276, col. a).

proposé de rétablir est-il bien celui qu'Aristote avait sous-entendu ? Il nous serait permis d'en douter si nous n'avions, pour asseoir notre conviction, le témoignage de l'un des plus pénétrants interprètes du Stagirite, de Simplicius.

Simplicius, commentant le texte que nous avons cité, écrit ceci [1] :

« Si l'on prétendait que c'est autour de son centre même que le Ciel se meut, on affirmerait, semble-t-il, une chose impossible ; le centre, en effet, n'est autre chose que le terme d'un corps ; il ne peut demeurer immobile lorsque se meut le corps dont il est le terme ; le centre n'a point d'existence par lui-même ; puis donc que le centre ne peut être immobile, le Ciel ne saurait tourner autour de lui. »

Non seulement Simplicius interprète de cette manière la pensée d'Aristote, mais il nous apprend que cette interprétation était aussi celle d'Alexandre d'Aphrodisias et de Nicolas de Damas ; il nous est donc permis de croire que ces réflexions, pour étranges qu'elles nous paraissent, sont conformes aux intentions du Stagirite.

Le passage de Simplicius que nous venons de rapporter est précédé de ces lignes : « Tout corps animé d'un mouvement de rotation possède, en son centre, un corps immobile autour duquel il tourne. C'est, en effet, une proposition universellement vraie : Toutes les fois qu'un corps se meut de mouvement local, il existe nécessairement quelque chose fixe vers laquelle ou autour de laquelle ce corps se meut ; cela est démontré dans le livre *Du mouvement des animaux* ».

Cet appel aux théories exposées dans le livre *Du mouvement des animaux* n'a point été, d'ailleurs, imaginé par Simplicius ; celui-ci nous apprend qu'Alexandre d'Aphrodisias invoquait également ces théories afin de prouver que le mouvement du Ciel requiert un corps central immobile.

Les commentaires au *De Cælo* d'Aristote qu'Alexandre avait composés sont aujourd'hui perdus ; ceux de Simplicius nous ont été conservés ; entre ceux-là et ceux-ci se placent, dans le temps, les *Paraphrases* de Thémistius.

Nous ne possédons plus le texte grec de la *Paraphrase* sur le *De Cælo* que Thémistius avait rédigée ; mais cette *Paraphrase* avait été traduite en arabe, probablement sur une version syriaque ; de l'arabe, elle fut transcrite en hébreu ; enfin, au XVI[e] siècle, un

1. SIMPLICII *In Aristotelis libros de Cælo commentarii*, lib. II, cap. III ; éd. Karsten, p. 178, col. b ; éd. Heiberg, p. 398.

médecin juif de Spolète, Moïse Alatino, mit en latin la version hébraïque [1].

Or, à l'imitation d'Alexandre, dont il s'inspire souvent, Thémistius appuie l'immobilité de la Terre de raisons empruntées au traité *Du mouvement des animaux*.

« Il est nécessaire, dit-il [2], que la vie du Ciel, qui est son mouvement de rotation, soit perpétuelle. Mais toute rotation et, en général, tout mouvement, se font sur quelque chose qui demeure absolument immobile. En effet, en ce que nous avons dit du mouvement des animaux, nous avons vu que ce qui demeure en repos et immobile ne saurait faire partie de ce qui se meut sur ce terme fixe. Si, en effet, une partie du Ciel mobile demeurait en repos, le mouvement naturel de la substance céleste serait dirigé vers cette partie qui demeure en repos ; le mouvement du Ciel serait alors un mouvement rectiligne vers ce terme, et non pas un mouvement circulaire autour de ce terme. »

Les trois plus célèbres commentateurs grecs d'Aristote s'accordent donc en cette affirmation : Lorsque le Stagirite démontre, dans son Περὶ Οὐρανοῦ, que le mouvement du Ciel requiert l'existence d'une terre immobile, il appuie implicitement sa déduction aux principes qu'expose le livre *Du mouvement des animaux*. L'exemple d'Alexandre, de Thémistius et de Simplicius fut, d'ailleurs, suivi au Moyen Age, d'abord par Averroès, puis par une foule de commentateurs.

Rien de moins justifié, cependant, que ce rapprochement entre la théorie, exposée au *De Cælo*, que nous venons d'analyser et les propositions que l'on trouve au livre *Du mouvement des animaux*.

L'auteur de ce livre — plusieurs pensent que ce n'est point Aristote — établit, tout d'abord, cette première vérité [3] : Pour qu'un animal puisse mouvoir une partie de son corps, il faut qu'une partie de ce corps demeure fixe et serve d'appui aux organes qui déplacent la première. « Mais, ajoute-t-il, il ne suffit pas que l'animal trouve en lui-même une partie immobile ; il faut

1. Themistii Peripatetici lucidissimi *Paraphrasis in libros quatuor Aristotelis de Cœlo nunc primum in lucem edita*. Moyse Alatino Hebræo Spoletino medico ac philosopho interprete. Ad Aloysium Estensem Card. amplissimum. Cum privilegio. Venetiis, apud Simonem Galignanum de Karera, MDLXXIII. — Themistii *In libros Aristotelis de Caelo paraphrasis, hebraïce et latine.* Edidit Samuel Landauer. Berolini, MCMII.

2. Themistii, *Op. laud.*, lib. II ; éd. Alatino, fol. 27, recto ; éd. Landauer, p. 97.

3. Aristote, *Du mouvement des animaux*, II (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. III, p. 518 ; éd. Bekker, vol. I, p. 698, col. b).

encore qu'il trouve, hors de lui, quelque chose qui demeure fixe et en repos. Et c'est là une proposition bien digne de l'attention des savants ; elle s'applique non seulement au mouvement des animaux, mais encore au mouvement et au transport par impulsion de toute espèce de corps ; de même, en effet, il faut qu'il existe quelque chose d'immobile partout où un corps doit être mû. »

Ce qu'Aristote ou l'auteur, quel qu'il soit, de cet écrit entend affirmer, c'est la nécessité d'un support fixe auquel s'appuie l'organe ou l'instrument qui doit pousser le corps à mouvoir. L'exemple choisi ne laisse aucun doute à cet égard : Un homme qui se trouve en un bateau aura beau faire tous les efforts qu'il voudra sur les parois de ce bateau, il ne le mettra pas en mouvement ; s'il est sur la rive immobile, il lui suffira de pousser légèrement le bord ou le mât pour ébranler la barque.

Entre cette nécessité d'un point d'appui pour le moteur qui doit mouvoir un corps et la nécessité, affirmée par Aristote, d'une masse fixe au centre d'un corps qu'anime un mouvement de rotation, on ne peut raisonnablement admettre le rapport qu'Alexandre, Thémistius et Simplicius ont cru reconnaître. La suite même du livre *Du mouvement des animaux* fait d'ailleurs évanouir jusqu'à la moindre trace de ce rapport. L'auteur y parle longuement[1] de l'immobilité de la terre et du mouvement du Ciel ; mais c'est pour réfuter l'erreur de ceux qui voudraient attribuer le mouvement du Ciel à un moteur prenant sur la terre son point d'appui fixe. Partant, si le mouvement du Ciel requiert l'existence d'une terre immobile, ce n'est point en vertu du principe général que pose le traité *Du mouvement des animaux* ; l'auteur de ce traité s'inscrirait en faux contre l'argumentation qui, de ce principe, tirerait cette conséquence ; Alexandre, Thémistius et Simplicius ont sûrement méconnu la pensée de cet auteur.

A les bien prendre, donc, les propositions formulées au traité *Du mouvement des animaux* n'ont rien à faire avec la question qui nous occupe ; il convenait cependant de les mentionner, car les commentateurs les invoqueront souvent en l'examen de cette question.

Le texte de Simplicius, que nous avons cité, contient autre chose que cette allusion peu justifiée au traité *Du mouvement des animaux* ; il nous découvre le principe qui, sans être formellement énoncé, se trouve sous-entendu par tout le raisonnement d'Aristote.

1. Aristote, *Op. laud.*, III (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, pp. 518-519, éd. Bekker, vol. I, p. 699, coll. a et b).

Nous ne pouvons juger qu'un corps est animé de tel ou tel mouvement ou qu'il demeure immobile, si nous ne comparons ses états successifs à un autre corps que nous savons ou que nous supposons être immobile, et qui nous sert de repère. Transportant à la réalité même cette condition qui s'impose à notre jugement, Aristote admet qu'un corps ne saurait se mouvoir de mouvement local s'il n'existe un autre corps immobile qui soit le *lieu* du premier [1]. Le Ciel, par exemple, ne peut être animé d'un mouvement de rotation s'il n'existe, dans la réalité, un terme immobile par rapport auquel il nous soit possible de constater cette rotation; la terre est ce terme.

L'étude du mouvement local exige, avant toutes choses, que l'on fasse réponse à ces deux questions :

Quel est le terme fixe auquel seront rapportées les positions successivement occupées par le mobile ?

Quelle est l'horloge destinée à marquer le temps où le mobile occupe chacune de ces positions ?

A ces deux questions, la Physique d'Aristote donne des réponses parfaitement déterminées :

La terre est nécessairement en repos, en sorte que les mouvements rapportés à la terre sont les mouvements absolus.

Le temps est déterminé d'une manière absolue par le mouvement diurne de la sphère des étoiles fixes, qui est une rotation nécessairement uniforme.

De ces deux propositions, celle-ci est fournie directement, et celle-là indirectement, par un même principe qui domine toute la Physique d'Aristote, mais qui n'est pas tiré de cette Physique, par un principe qui joue, en cette doctrine, le rôle d'un axiome indiscutable et autorisé par ailleurs. Ce principe est le suivant : La substance céleste est éternelle, incapable de génération, d'altération et de corruption ; partant, le seul mouvement qui lui convienne est le seul qui se puisse poursuivre indéfiniment en demeurant toujours identique à lui-même, c'est-à-dire le mouvement de rotation uniforme.

Cet axiome, Platon l'admettait aussi bien qu'Aristote, et tous deux l'avaient sans doute reçu des Écoles pythagoriciennes. Il ne dominait pas seulement la théorie péripatéticienne du temps et du mouvement ; il était encore le fondement de toute l'Astronomie antique. Ainsi la Science hellène tout entière nous apparaît portée par un enseignement de la Théologie, par le dogme de la divinité des astres.

1. *Vide supra*, p. 200 et pp. 204-205.

2.

La circulation même de l'orbe suprême exige qu'il y ait, au centre du Monde, un corps pesant et immobile. « Il faut donc [1] que la terre existe ; elle est ce corps qui demeure immobile au centre. Pour le moment, nous supposerons cette immobilité, elle sera démontrée plus tard. »

Ces derniers mots nous annoncent qu'Aristote ne se contentera pas, pour démontrer que la terre est immobile, de l'argumentation que nous venons de rapporter. Il consacre, en effet, à établir cette proposition, une bonne partie de l'un des chapitres [2] du Περὶ Οὐρανοῦ.

Prenant, tout d'abord, comme un fait l'existence d'une terre pesante, le Stagirite démontre, par les principes de la Physique, que cette terre ne saurait être mue d'un mouvement circulaire perpétuel, « soit qu'on veuille, comme certains le prétendent, que ce mouvement soit analogue à celui d'une planète, soit qu'on veuille le réduire à un mouvement de rotation autour de l'axe du Monde. »

Ce mouvement circulaire, en effet, ne saurait être un mouvement naturel à la terre ; chacune des parties de la terre, lorsqu'elle est rendue libre, se meut de mouvement rectiligne vers le centre du Monde ; le mouvement qui est naturel à chaque partie doit aussi être naturel au tout, en sorte que la terre, prise en son ensemble, a certainement pour mouvement naturel le mouvement rectiligne et dirigé vers le centre qui caractérise les corps graves. Mais Aristote a posé [3] comme vérité certaine qu'une substance simple ne pouvait avoir pour mouvement naturel qu'un seul mouvement simple ; à la terre, élément simple, ne sauraient appartenir, en même temps, deux mouvements naturels simples, le mouvement rectiligne et le mouvement circulaire. Si donc la terre se meut de mouvement circulaire, c'est que ce mouvement est, en elle, par violence ; mais alors, il ne saurait durer perpétuellement ; c'est encore, en effet, une des propositions essentielles de la Physique péripatéticienne, que tout ce que la violence engendre contrairement à la nature doit, tôt ou tard, prendre fin, en sorte que la nature reprenne son cours normal : « Une chose qui subsiste

1. ARISTOTE, *De Cœlo* lib. II, cap. III (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 392 ; éd. Bekker, vol. I, p. 286, col. a).
2. ARISTOTE, *De Cœlo* lib. II, cap. XIV (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, pp. 407-408 ; éd. Bekker, vol. I, pp. 296, col. a-298, col. a).
3. *Vide supra*, § IV, pp. 171-172.

par violence [1] et contre nature ne peut pas être éternelle, car l'ordre du Monde est éternel. — Διόπερ οὐχ οἷόντ' ἀΐδιον εἶναι, βίαιόν γ' οὖσαν καὶ παρὰ φύσιν · ἡ δέ γε τοῦ Κόσμου τάξις ἀΐδιός ἐστιν. »

La terre donc ne se meut point de mouvement circulaire.

Une autre raison de Physique semble au Stagirite capable de justifier la même conclusion.

Hors la sphère des étoiles fixes, tous les orbes célestes se meuvent non pas d'un seul mouvement de rotation, mais de deux ou plusieurs rotations qui se composent entre elles. Cette loi devrait s'étendre à la terre ; « la terre donc, elle aussi, soit qu'elle tourne autour du centre du Monde, soit qu'on la place au centre du Monde, devrait nécessairement se mouvoir de deux rotations différentes » ; on ne pourrait admettre l'hypothèse trop simple de ceux qui lui attribuent un seul mouvement de rotation diurne autour d'un axe passant par son centre.

« Mais alors, il se produirait nécessairement des mouvements et des changements de position des étoiles fixes. Or cela ne semble pas avoir lieu ; une même étoile se lève toujours au même endroit et se couche toujours au même endroit. » Un tel raisonnement devait sembler légitime à Aristote et à ses contemporains ; bien éloignés de concevoir l'immensité des distances qui séparent la terre des diverses étoiles fixes, ils ne pouvaient penser qu'un mouvement semblable, par exemple, à celui que Philolaüs attribuait à la terre, n'engendrât pour les étoiles aucune parallaxe sensible. Cette absence de parallaxe était assurément l'un des arguments les plus puissants que les anciens pussent opposer à toute hypothèse qui plaçait la terre hors du centre du Monde et la faisait mouvoir autour de ce centre ; aussi, lorsque nous verrons Aristarque proposer de faire mouvoir la terre autour du Soleil placé au centre du Monde, le verrons-nous, en même temps, reculer extrêmement la sphère des étoiles fixes, afin que, du centre de la terre, une étoile déterminée soit toujours vue sensiblement dans la même direction, en dépit du mouvement de ce centre.

3.

Le dernier des arguments que nous venons de rapporter fait appel non seulement aux principes de la Physique péripatéticienne, mais encore à l'observation, puisqu'il invoque l'absence de parallaxe pour les étoiles fixes. Une nouvelle preuve semble, plus

1. Aristote, *loc. cit.*

directement encore, étayée par l'expérience. Que d'un endroit marqué, on jette une pierre autant de fois que l'on voudra ; on verra toujours cette pierre retomber exactement à la place d'où elle a été verticalement lancée ; en serait-il ainsi si la terre s'était mue pendant le temps que la pierre a cessé de reposer à sa surface ?

Cette preuve, nous le savons aujourd'hui, est sans valeur ; la vitesse initiale de la pierre n'est pas seulement la vitesse verticale et dirigée de bas en haut que l'observateur lui a imprimée en la lançant ; il faut y joindre la vitesse dont cet observateur, lié à la terre, était animé ; la composition de ces deux vitesses initiales explique pourquoi la pierre retombe *presque* exactement au lieu d'où elle a été jetée. Mais que de siècles et que d'efforts il a fallu pour substituer un raisonnement exact à l'argumentation fautive d'Aristote ! Galilée lui-même n'y est pas entièrement parvenu et il a laissé à Gassendi la gloire de découvrir la solution exacte de ce problème. Longtemps donc la preuve expérimentale donnée par Aristote restera l'un des arguments invoqués avec confiance par les tenants de l'immobilité de la terre.

4.

Le mouvement des cieux exige qu'il y ait au centre du Monde un corps pesant et immobile ; la Physique démontre que la terre ne peut pas être mue de mouvement circulaire ; l'expérience prouve, d'ailleurs, qu'en fait, elle ne se meut pas ; ce n'est pas encore assez ; nous sommes assurés de l'immobilité terrestre, nous en connaissons le τὸ ὅτι ; il nous faut maintenant connaître la cause qui maintient cette immobilité, il nous en faut découvrir le τὸ διότι.

Avant Aristote, d'autres physiciens ont tenté de donner la raison pour laquelle la terre demeure immobile au milieu du Monde ; ils n'y sont pas parvenus, au gré du Stagirite qui se montre sévère pour leurs insuffisantes explications [1].

Certains ont dit que la Terre demeurait immobile au milieu du Monde par raison de symétrie (διὰ τὴν ὁμοιότητα) ; « tel Anaximandre parmi les anciens », dit Aristote ; tel Platon parmi les modernes, aurait-il pu ajouter. Mais cette raison ne saurait suffire à rendre compte du repos de la terre au centre du Monde ; elle

1. Aristote, *De Cœlo* lib. II, cap. XIII (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, pp. 405-406 ; éd. Bekker, vol. I, pp. 293, col. a-296, col. a).

entraînerait l'immobilité de tout corps placé au centre du Monde, quelle que fût la nature de ce corps ; par raison de symétrie, du feu placé au centre du Monde y demeurerait immobile aussi bien que la terre.

Empédocle prétendait que la rotation du Ciel maintient la terre immobile, de même que la rotation empêche la chute de l'eau que contient un vase tourné en fronde. Mais s'il en est ainsi, c'est par violence que la terre repose au centre du Monde ; selon le principe si souvent invoqué par la Mécanique péripatéticienne [1], c'est aussi par violence qu'une partie de la terre se portera vers le centre lorsqu'elle en sera écartée ; or nous observons que les graves ne tombent pas par violence, mais de mouvement naturel.

Le double principe de Mécanique dont nous venons d'invoquer la première partie nous donne, par sa seconde partie, l'explication du repos terrestre ; c'est parce que la terre, lorsqu'elle est écartée du centre du Monde, s'y porte par mouvement naturel, qu'elle demeure naturellement immobile autour de ce centre ; nous avons vu, au précédent paragraphe [2], comment les parties de la terre se distribuaient autour du milieu du Monde de telle sorte que leurs poids se fissent mutuellement équilibre ; cet équilibre entre les pesanteurs des diverses portions de la terre entraîne l'immobilité de la terre entière ; dans la Dynamique péripatéticienne, en effet, il n'est rien d'analogue à notre principe d'inertie ; là où la force fait défaut, le mouvement, lui aussi, fait nécessairement défaut. Ainsi s'achève cette démonstration de la fixité de la terre au centre du Monde, à laquelle Aristote semble avoir attaché un prix tout particulier et qui devait, pendant de longs siècles, ravir l'adhésion de la plupart des astronomes et des physiciens.

L'immobilité de la terre, d'ailleurs, complète de la manière la plus harmonieuse le système des mouvements célestes [3].

Tous ces mouvements dérivent du premier Moteur immobile qui est le Bien suprême. Ce premier Moteur meut, nous l'avons vu [4], à titre de cause finale ; connu par les intelligences célestes, il est désiré par elles et elles meuvent vers lui les orbes auxquelles elles sont préposées. Le ciel suprême, l'orbe des étoiles fixes, qui est le corps le plus voisin du premier Moteur, est mû vers lui d'un mouvement unique ; les cieux qui viennent ensuite tendent vers le

1. *Vide supra*, § XII, p. 207.
2. *Vide supra*, § XIV, pp. 216-217.
3. Aristote, *De Cœlo* lib. II, cap. XII (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, pp. 401-402 ; éd. Bekker, vol. I, pp. 291, col. b-293, col. a).
4. *Vide supra*, § VI, pp. 175-176.

souverain Bien par une marche compliquée que composent plusieurs rotations simples ; la terre, enfin, qui est, de tous les corps de la nature, le plus éloigné du premier Moteur, demeure en une constante immobilité.

XVI

LA PLURALITÉ DES MONDES

Les notions de mouvement naturel et de lieu naturel sont à la base de tous les raisonnements qu'Aristote a développés touchant la pesanteur et la légèreté, touchant la figure, la position et l'immobilité de la terre ; elles ne jouent pas un rôle moins important dans un autre problème que le Stagirite s'attache à résoudre, le problème de la pluralité des mondes ; et peut-être n'est-il point, dans toute sa Physique, de problème où se marque mieux le sens exact qu'il attribuait à ces deux notions.

« Nous entendons en général le mot Ciel (Οὐρανός) », dit Aristote [1], « au sens de Tout, d'Univers (Ὅλον καὶ τὸ Πᾶν) ». Dans son traité *Du Ciel*, il démontre, tout d'abord, que l'Univers est limité ; puis, tout aussitôt, il aborde [2] cette question : « Y a-t-il plusieurs cieux, c'est-à-dire plusieurs univers ? » Cette question, il la résout par la négative et, pour justifier sa solution, il fait appel à deux principes.

Du premier principe, nous l'avons entendu maintes fois invoquer l'autorité. Ce principe consiste à distinguer le repos naturel et le mouvement naturel du repos violent et du mouvement violent. Nulle part ailleurs, en ses écrits, ne se trouvent aussi nettement formulés les deux axiomes qu'il emploie si volontiers dans ses déductions, et qui sont les suivants :

1° Si un corps peut, sans aucune violence, demeurer immobile en un lieu, qui est alors son *lieu naturel*, lorsqu'on le placera hors de ce lieu, il se portera vers lui par nature ; et réciproquement, si un corps se porte de mouvement naturel vers un certain lieu, c'est que c'est son lieu naturel, où il demeurerait immobile sans qu'aucune violence eût à l'y contraindre.

Ainsi le lieu naturel du feu est la région qui se trouve immédia-

1. Aristote, *De Cœlo* lib. I, cap. IX (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 382 ; éd. Bekker, vol. I, p. 278, col. b).
2. Aristote, *De Cœlo* lib. I, cap. VIII (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, pp. 378-380 ; éd. Bekker, vol. II, pp. 276, coll. a-p. 277, col. b).

tement au-dessous de l'orbe de la Lune ; si l'on place du feu hors de ce lieu, par exemple sur la terre, il montera naturellement vers l'orbe de la Lune. De même, une masse de terre se porte naturellement vers le centre du Monde ; c'est donc là qu'est le lieu de son repos naturel ; aux trois derniers paragraphes, nous avons vu comment ce corollaire servait de point de départ à l'explication de la figure, de la situation et de l'immobilité de la terre.

2° S'il faut exercer une violence sur un corps pour le tenir immobile en un certain lieu, ce corps, placé hors de ce lieu, ne se portera pas vers lui sans violence.

Un fragment de terre, par exemple, ne demeurerait pas immobile au voisinage de l'orbe de la Lune, à moins d'y être détenu par une certaine violence ; si donc on le place à la surface du globe terrestre, il ne montera pas, à moins d'y être poussé par quelque puissance étrangère à sa nature.

Le second des principes auxquels Aristote appuie sa démonstration est le suivant :

S'il existe un monde hors celui que nous connaissons, ce monde doit être formé d'éléments spécifiquement identiques à ceux qui composent le nôtre. Il ne saurait être formé d'éléments que l'on pourrait bien nommer terre, eau, air, feu, mais qui, sous cette similitude purement verbale, seraient essentiellement différents de notre terre, de notre eau, de notre air, de notre feu. S'il en était ainsi, en effet, ce monde-là n'aurait avec le nôtre, lui aussi, qu'une analogie toute verbale ; ce ne serait pas, en réalité, un second monde. Il faut donc que la terre de ce monde-là ait même *espèce* (ἰδέα) que la terre de ce monde-ci ; et l'on en peut dire autant de l'eau, de l'air et du feu.

Chacun des éléments du second monde, ayant même espèce que l'élément correspondant du premier, aura aussi même puissance (δύναμις) ; par exemple, puisque la terre, dans notre monde, cherche naturellement à en gagner le centre, son mouvement naturel, dans le second monde, tendra aussi au centre de ce monde ; de même, la nature du feu le portera toujours à s'éloigner du centre du monde au sein duquel il se trouve.

Fort de ces deux principes dont le second, il faut bien le reconnaître, ne tient que par un lien assez lâche à l'ensemble de sa Physique, Aristote entreprend de prouver que l'existence simultanée de deux mondes est une absurdité.

La terre du second monde a même espèce que la terre du premier ; elle est donc en puissance des mêmes formes et du même

lieu ; en d'autres termes, elle a même lieu naturel ; si on la plaçait au centre du premier monde, elle y demeurerait immobile sans aucune contrainte ; dès lors, placée sans contrainte hors de ce lieu, au sein du second monde par exemple, elle doit se porter vers ce lieu par mouvement naturel ; or, il faut pour cela qu'elle s'éloigne du centre du second monde, ce qui implique contradiction, car nous avons vu que le mouvement naturel de la terre au sein du second monde consistait à s'approcher du centre de ce monde.

Au sujet du mouvement du feu, on peut répéter des considérations analogues ; elles justifient la même conclusion : la coexistence de deux mondes est une absurdité.

A cette argumentation d'Aristote se peut opposer une doctrine qui semblerait beaucoup plus plausible à nos modernes habitudes d'esprit : Une portion de terre a tendance à se mouvoir à la fois vers le centre du premier monde et vers le centre du second ; en l'un comme en l'autre de ces deux centres, elle occuperait son lieu naturel ; mais la tendance qui la porte vers un centre varie d'intensité avec sa distance à ce centre ; lorsque cette distance croît, la puissance de cette tendance s'affaiblit ; des deux tendances qui portent cette masse de terre vers les centres des deux mondes, la plus forte est celle qui a trait au centre le plus voisin ; c'est elle qui l'emporte et entraîne le corps.

Cette doctrine était courante, sans doute, au temps d'Aristote car, sans même s'attarder à l'exposer, le Stagirite prend soin de la réfuter. Arrêtons-nous un instant à cette réfutation ; elle touche au point essentiel du sujet qui nous occupe.

Il est déraisonnable de prétendre qu'un corps grave se porte au centre du Monde d'autant plus fortement qu'il est plus voisin de ce centre ; ce qui le fait tendre vers ce centre, c'est sa nature même (φύσις) ; il faudrait donc admettre que la nature d'un grave varie selon la distance plus ou moins grande qui le sépare de son lieu naturel ; mais en quoi cette distance peut-elle importer à la nature du corps ? Deux graves inégalement distants du centre du Monde sont bien différents pour notre intelligence ; mais ils sont spécifiquement identiques : « Τὸ δ' εἶδος τὸ αὐτό. »

Cette réponse d'Aristote, si contraire soit-elle à nos modernes habitudes d'esprit, n'en découle pas moins très logiquement des principes de la Physique péripatéticienne. Un corps est grave lorsqu'il est, par nature, en puissance du centre du Monde, qui est son lieu naturel ; éloigné ou rapproché de ce centre, il est toujours en puissance de s'y loger, et cette puissance ne saurait com-

porter de degrés ; elle peut seulement prendre fin lorsque le corps est, d'une manière actuelle, au centre du Monde.

D'ailleurs, il est aussi peu sensé de prétendre qu'un même élément, la terre par exemple, peut admettre deux lieux naturels, de même espèce, mais numériquement distincts ; que ce grave peut tendre, à la fois, vers le centre de ce monde ci et vers le centre de l'autre monde ; à l'espèce unique, à la nature unique de cet élément, doit correspondre une puissance à résider en un lieu unique, une tendance vers un lieu naturel unique, non seulement d'une unité spécifique, mais aussi d'une unité numérique.

Ce principe entraîne une nouvelle conséquence.

En dehors de la sphère étoilée qui borne notre monde, peut-il se trouver un corps quelconque ? Non, répond le Stagirite à cette question [1] ; hors de la dernière sphère, un corps ne peut demeurer ni naturellement ni par violence.

Un élément ne saurait avoir son lieu naturel au dehors de la sphère suprême, car il a déjà son lieu naturel dans la cavité qu'entoure cette sphère et, nous venons de le voir, un même élément ne peut admettre deux lieux naturels. D'ailleurs, étant composé d'éléments, aucun mixte ne peut être naturellement situé là où aucun élément n'a son lieu naturel.

Un corps ne peut, non plus, se trouver hors des bornes de notre Monde par l'effet de quelque violence ; un corps, en effet, est en un lieu par violence lorsque ce lieu convient naturellement à quelque autre corps ; mais on vient de prouver qu'aucun corps n'avait son lieu naturel à l'extérieur de la dernière sphère céleste.

Ainsi, hors des limites du Monde, il n'y a actuellement, et il ne peut y avoir aucune portion de matière. Qu'y a-t-il donc ? Le vide ? Pas davantage ; le nom de *vide* désigne un lieu qui ne contient pas de corps, mais qui pourrait en contenir un ; or aucun corps ne pourrait se trouver hors de la dernière sphère. Par delà cette sphère, donc, *il n'y a pas de lieu*.

Il n'y a pas davantage de durée, car il n'y a rien de corporel, partant rien qui soit susceptible d'altération ni de changement. Or, là où aucun changement n'est possible, il n'y a jamais passage de la puissance à l'acte, il n'y a jamais mouvement. Avec le mouvement disparaît le temps, qui ne peut être mesuré que par le mouvement.

Le Monde comprend ainsi dans son sein toute la matière actuellement existante : « Ἐξ ἁπάσης γάρ ἐστι τῆς οἰκείας ὕλης ὁ πᾶς

1. ARISTOTE, *De Cœlo* lib. I, cap. IX (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, pp. 380-383 ; éd. Bekker, vol. I, pp. 277, col. b-279, col. b).

Κόσμος ». Par là-même, il comprend toute la matière qui a jamais existé comme toute celle qui est possible ; car la matière est en puissance de toutes les transformations, mais elle ne saurait être ni créée ni détruite. En sorte que le Monde n'est pas seulement unique actuellement ; il est encore unique dans le temps ; aucun monde ne l'a précédé, aucun monde ne le suivra, car le Ciel est un, permanent et parfait : « Ἀλλ' εἷς καὶ μόνος καὶ τέλειος οὗτος Οὐρανός ἐστιν ».

L'argumentation d'Aristote peut servir à réfuter certaines doctrines dont il ne fait pas explicite mention, mais auxquelles il songeait peut-être.

« Héraclide du Pont, nous dit Stobée [1], et les Pythagoriciens prétendent que chacun des astres constitue un monde, qu'il contient une terre entourée d'air et que le tout est plongé dans l'éther illimité ; les mêmes doctrines sont exposées dans les hymnes orphiques, car ceux-ci font un monde de chacun des astres. »

En affirmant que la terre a un lieu naturel unique, Aristote contredisait à ces doctrines selon lesquelles chaque astre contenait une terre ; sa réfutation de la pluralité des mondes allait à l'encontre des opinions que les Copernicains devaient un jour reprendre.

XVII

LA PLURALITÉ DES MONDES SELON SIMPLICIUS ET SELON AVERROÈS

Au cours de cet exposé de la Physique d'Aristote, nous avons évité, la plupart du temps, de mentionner les opinions des Grecs ou des Arabes qui ont commenté cette Physique ; nous avons cherché à mettre le lecteur au contact immédiat de la pensée du Stagirite. Ici, nous ferons exception à cette règle que nous nous étions imposée ; nous rapporterons les interprétations que Simplicius et Averroès ont données de l'argument péripatéticien contre la pluralité des mondes ; très différentes l'une de l'autre, ces deux interprétations serviront à préciser ce qu'Aristote entendait par lieu naturel et par tendance vers ce lieu ; en outre, elles nous feront mieux connaître les doctrines divergentes entre lesquelles les docteurs de la Scolastique chrétienne ont eu à faire choix.

C'est par sa nature même, a dit Aristote, qu'un grave tend au

1. Joannis Stobæi *Eclogarum physicarum* cap. XXIV ; éd. Meineke, t. I, p. 140.

centre du Monde ; cette nature ne change pas lorsque vient à changer la distance qui sépare ce grave de son lieu naturel ; donc la grandeur de cette distance n'influe pas sur la tendance qui pousse un corps pesant vers son lieu. En d'autres termes, le poids d'un corps ne varie pas en intensité lorsqu'on place ce corps plus ou moins près du centre commun des graves. C'est ainsi, semble-t-il, que doit être comprise la pensée d'Aristote ; et c'est bien de la sorte qu'elle a été interprétée par divers commentateurs.

Simplicius paraît lui avoir attribué un autre sens. Voici, en effet, ce qu'il écrit [1], dans ses *Commentaires au Traité du Ciel*, à propos du texte qui nous occupe :

« L'auteur [Aristote] expose et réfute une instance que l'on pourrait objecter à ce qu'il dit ; elle consiste à prétendre que la terre d'un autre monde ne se porterait pas naturellement au centre de celui-ci, par l'effet de la trop grande distance ; dès lors tomberaient les contradictions qui ont été opposées aux tenants de la pluralité des mondes ; la terre de cet autre monde n'aurait plus à se mouvoir vers le haut ni le feu à se mouvoir vers le bas. Il est déraisonnable, répond Aristote, de regarder la distance comme capable de supprimer les puissances propres des corps ; que les corps simples soient plus ou moins éloignés de leurs lieux naturels, la nature n'en devient point autre ni, partant, leur mouvement naturel différent. En ce monde-ci, en effet, quelle propriété différente un corps possède-t-il selon qu'il est séparé de son lieu naturel par telle distance ou par telle autre ? Celle-ci seulement : il commence à se mouvoir plus faiblement vers son lieu naturel lorsqu'il part d'une position plus éloignée, et il y a un rapport constant entre la faiblesse du mouvement et la grandeur de la distance. Mais que la distance soit plus grande ou plus petite, le mouvement demeure de même espèce. Si donc il existait des corps simples dans un autre monde, ils se mettraient en mouvement plus lentement que les corps situés en celui-ci, en proportion de leur plus grande distance ; mais l'espèce du mouvement qui leur est naturel n'en serait pas changée, car cette espèce résulte de leur substance même, et il serait déraisonnable de prendre la grandeur de la distance comme cause de génération ou de corruption substantielle. »

Simplicius, ordinairement si perspicace à discerner et à expliquer la véritable pensée d'Aristote, ne nous paraît ici avoir saisi

1. Simplicii *In quatuor Aristotelis libros de Cœlo commentarii*, lib I, cap. VIII ; éd. Karsten, p. 115, coll. a et b ; éd. Heiberg, pp. 254-255.

ni cette pensée ni l'objection à l'encontre de laquelle elle était émise.

Le commentateur athénien croit qu'à toute distance du centre du Monde, un corps grave se dirige vers ce centre tandis qu'un corps léger s'en éloigne ; ni l'existence de cette tendance ni sa direction n'éprouve quelque influence de la distance ; mais l'intensité de cette tendance varie avec la distance et lui est inversement proportionnelle ; cette dernière proposition, assurément, eût été niée par Aristote.

Si l'on admet l'opinion de Simplicius, on pourra, semble-t-il, raisonner ainsi : S'il existe un monde hors du nôtre, une masse de terre, placée au sein de ce monde, continuera à être portée vers le centre du nôtre, bien qu'avec une très faible gravité ; deux tendances solliciteront cette masse, l'une, faible, vers le centre de ce monde-ci, l'autre, forte, vers le centre de l'autre monde ; cette dernière l'emportera ; la masse de terre sera mue vers le centre du monde où elle se trouve, non du nôtre. C'est assurément là l'objection qu'Aristote avait en vue de réfuter ; elle s'appuie précisément sur le principe, admis par Simplicius, mais rejeté par le Stagirite, que la gravité décroît lorsqu'on fait croître la distance du poids mobile au centre ; on ne trouve, dans l'exposé du commentateur athénien, aucune raison propre à combattre cette objection.

Simplicius nous paraît donc, en ce point, avoir méconnu la doctrine d'Aristote ; Averroès semble, au contraire, en avoir saisi le sens exact. En ce qu'il a dit de cette doctrine, il a mérité, par sa pénétration, ce titre de Commentateur par excellence que lui donnait la Scolastique chrétienne.

Le philosophe de Cordoue expose [1] très longuement, dans ses commentaires au *De Cælo*, l'argumentation d'Aristote contre la pluralité des mondes ; lorsqu'il parvient au passage qui nous occupe, il s'exprime en ces termes [2] :

« Aristote examine ensuite une objection..... On pourrait dire, en effet, que la terre de l'autre monde ne se meut pas vers le centre de ce monde-ci ni inversement, bien que la terre soit de même nature dans les deux mondes ; on pourrait dire qu'il en est de même des autres éléments. Si l'on prend, en effet, un corps formé de l'un de ces éléments, il n'est pas à égale distance des lieux naturels semblables qui lui conviennent au sein de ces deux mondes,

1. Averrois Cordubensis *Commentarii in Aristotelis quatuor libros de Cœlo et Mundo ;* in lib. I comm. 76-100.
2. Averroès, *loc. cit.*, comm. 81.

et, bien qu'il demeure toujours le même, il se meut vers celui de ces deux lieux naturels dont il est le plus voisin. Par exemple, la terre de notre monde est plus voisine du centre de ce même monde que du centre de l'autre univers ; aussi se meut-elle vers le premier centre et non vers le second ; mais si elle se trouvait dans l'autre monde, elle se dirigerait vers le centre de ce monde-là, Ainsi donc, bien que sa nature demeurât toujours la même, cette terre serait susceptible de deux mouvements contraires selon sa proximité ou son éloignement de deux lieux spécifiquement semblables, mais situés différemment ; elle pourrait se mouvoir [naturellement] soit dans le sens qui va du premier centre vers le second, soit dans le sens qui va du second centre vers le premier, bien que ces deux mouvements fussent opposés l'un à l'autre. Sans doute, l'élément, en tant qu'il est simple, ne peut se mouvoir de deux mouvements contraires ; mais cela devient possible par l'effet de la proximité ou de l'éloignement, car la proximité ou l'éloignement surajoutent quelque chose à la simplicité de sa nature ; en vertu de la complexité qui en résulte, ce même corps peut, à deux époques différentes, se mouvoir naturellement de deux mouvements opposés.

» Aristote répond que ce discours n'est pas raisonnable. Les mouvements naturels des corps ne diffèrent les uns des autres que par suite des différences qui existent entre les formes substantielles ; les différences qui peuvent survenir dans la relation, dans la quantité ou dans tout autre prédicament ne sauraient rien changer à ces mouvements ; or un changement de proximité ou d'éloignement n'atteint pas la substance.

» Sachez, à ce sujet, que la proximité et l'éloignement n'ont aucune influence, si ce n'est dans les mouvements des corps qui se meuvent sous l'action d'une cause extérieure, car alors ces corps peuvent être proches ou éloignés de leur moteur. Aussi est-il opportun de prouver ici que les mouvements des éléments n'ont point leur cause hors de ces éléments. Cette proposition peut sembler évidente d'elle-même ; Aristote, toutefois, l'appuie de considérations destinées à contredire ce que les anciens philosophes disaient du repos et du mouvement des éléments, de la terre en particulier ; en effet, au repos et au mouvement de la terre, ces philosophes assignaient pour cause une attraction mutuelle entre la terre entière et son lieu naturel. Or il est manifeste qu'une masse de terre ne se meut pas vers la terre entière, quelle que soit la position du globe terrestre ; en effet, si c'était vers la terre entière que se meut une portion de terre, il en serait de ce

mouvement comme du mouvement du fer vers l'aimant ; et, dès lors, il pourrait arriver qu'une portion de terre se mût naturellement vers le haut » ; cela aurait lieu, par exemple, si la terre entière était placée au contact de l'orbe de la Lune, comme Aristote l'imagine quelque part.

« Dès là que le mouvement de la terre vers le centre n'est point l'effet d'une attraction produite soit par la nature du lieu lui-même, soit par la nature du corps qui occupe ce lieu, qu'il n'est point non plus l'effet d'une impulsion provenant du mouvement du Ciel, il est clair que le raisonnement d'Aristote est concluant. »

Le pivot du raisonnement d'Aristote, c'est, en effet, cette proposition, que le Commentateur formule si nettement : La pesanteur n'est l'effet ni d'une attraction émanée du centre du Monde ni d'une attraction émanée du corps grave qui occupe actuellement ce centre. Ce principe domine tout ce qu'Aristote a écrit au sujet des mouvements naturels des corps sublunaires.

Afin de bien marquer que le poids d'une masse de terre n'est pas une attraction, Averroès l'oppose à l'attraction que le fer éprouve de la part de l'aimant ; il ne sera pas inutile, pour bien comprendre toute la force de cette opposition, de savoir ce que le Commentateur de Cordoue enseignait au sujet des actions magnétiques ; il serait malaisé d'appuyer de textes formels, empruntés à Aristote, l'opinion qu'il professait à cet endroit ; du moins peut-on dire qu'elle est parfaitement conforme à l'esprit de la Physique péripatéticienne.

Une action [1] par laquelle le corps attiré se meut tandis que le corps attirant est immobile, comme il advient du fer et de l'aimant, n'est pas, à proprement parler, une attraction ; elle ne l'est que par métaphore ; en réalité, l'aimant ne tire pas le fer, mais le fer se porte vers l'aimant comme le corps grave se porte vers son lieu qui est le centre du Monde.

Entre le mouvement naturel du corps grave et le mouvement du fer vers l'aimant, il y a, toutefois, une différence : « Le corps qui tend à son lieu propre se meut également vers ce lieu, soit qu'il s'en trouve rapproché, soit qu'il s'en trouve éloigné ». Averroès pense, au contraire, que la tendance du fer à l'aimant diminue lorsque la distance augmente, et même que cette distance peut être assez grande pour que toute action disparaisse ; et cela, parce que « le fer ne se meut point vers l'aimant, s'il ne se trouve affecté d'une certaine qualité qui provient de l'aimant..... C'est par cette

1. Averrois Cordubensis *Commentarii in Aristotelis libros de physico auditu*; in lib. VII comm. 10.

qualité que le fer devient apte à se mouvoir vers la pierre d'aimant ».

Cette qualité, d'ailleurs, le fer la reçoit de l'aimant par l'intermédiaire de l'air interposé [1] ; l'aimant altère d'abord l'air, de manière à lui communiquer une qualité particulière, et l'air, à son tour, communique au fer une qualité analogue.

Il est intéressant de remarquer combien ces vues d'Averroès sur l'attraction magnétique ont d'affinité avec celles qui ont cours auprès des physiciens contemporains. Dès l'instant qu'un aimant est amené en un certain lieu, il commence à déterminer, dans l'air qui entoure ce lieu, l'apparition d'une certaine propriété, la polarisation magnétique ; la région où l'air est polarisé s'étend graduellement aux dépens de celle où l'air n'est pas encore polarisé ; la surface qui sépare ces deux régions l'une de l'autre se propage comme une onde lumineuse, et avec la même vitesse. Lorsque cette onde magnétique atteint un morceau de fer doux, ce fer se polarise à son tour et, tout aussitôt, ses diverses parties se trouvent soumises à des forces qui le meuvent vers l'aimant.

Averroès veut que toute action où un corps semble en mouvoir un autre à distance, et avec une puissance d'autant moins intense que la distance est plus grande, s'exerce de la même manière que l'action magnétique ; à deux reprises, il en rapproche l'action par laquelle l'ambre frotté attire les fétus, et la Physique moderne souscrirait à ce rapprochement.

Bon nombre de physiciens contemporains se montrent, d'ailleurs, portés à admettre en sa plénitude l'opinion du Commentateur touchant les actions à distance ; au type fourni par les attractions électromagnétiques, ils voudraient ramener toutes les actions et, en particulier, la gravitation universelle ; mais leur désir est encore bien loin de se voir réalisé.

A ce type, au contraire, le Commentateur entend, comme Aristote, soustraire la pesanteur et la légèreté, qu'il ne regarde pas comme des attractions ; et il affirme qu'elles ne dépendent pas comme de la distance qui sépare le mobile du lieu où il tend.

Les pages qui composent ce Chapitre n'exposent pas toute la Physique d'Aristote ; elle n'en exposent même pas, tant s'en faut, toutes les doctrines essentielles ; presque seules, y ont été résumées les théories qui interviendront constamment dans les débats relatifs aux divers systèmes astronomiques.

1. AVERROÈS, *Op laud.*, in lib. VIII comm. 35.

Si incomplet, cependant, que soit cet exposé, il suffira peut-être à donner au lecteur une impression de ce qu'a été la philosophie péripatéticienne. L'humanité n'a jamais vu aucune synthèse dont l'ensemble ait autant d'unité, dont les diverses parties fussent aussi intimement reliées les unes aux autres. La partie logique de l'œuvre d'Aristote étudie, avec une puissance de pénétration et une délicatesse d'analyse que l'on n'a pas dépassées, les règles selon lesquelles la Science doit être construite ; puis, selon ces règles, le reste de l'œuvre du Stagirite bâtit le prodigieux édifice où trouvent place les doctrines spéculatives, Mathématique, Physique et Métaphysique, et les doctrines pratiques, Éthique, Économique et Politique. Le monument a l'inébranlable solidité d'un bloc et la pureté de lignes de la plus belle œuvre d'art.

De la Physique d'Aristote, cependant, il ne restera pas pierre sur pierre. La Science moderne, pour se substituer à cette Physique, en devra démolir successivement toutes les parties ; sans doute, maint fragment, emprunté au monument antique, sera repris pour bâtir les murs du nouvel édifice ; mais avant de trouver place dans cet appareil pour lequel il n'avait pas été taillé, il lui faudra recevoir une figure toute différente de celle qu'il affectait jadis ; et, bien souvent, il serait fort malaisé de le reconnaître à qui n'aurait pas suivi le travail de retouches successives auquel on l'a soumis.

Dans cette Physique, nous avons distingué deux théories essentielles ; de ces deux théories, l'une ordonne le mouvement des corps éternels, l'autre régit le mouvement des corps sujets à la naissance et à la mort. La première repose sur ce dogme fondamental : Tous les mouvements de la substance céleste sont des mouvements circulaires et uniformes qui ont pour centre le centre du Monde. La seconde est dominée par la notion du lieu naturel ; elle précise les lois des mouvements naturels par lesquels les corps graves ou légers tendent à leurs lieux propres.

Aussitôt après sa naissance, la Mécanique céleste d'Aristote se trouvera combattue ; elle sera contestée au nom de la règle à laquelle doit, selon les principes mêmes que le Stagirite a posés, se soumettre toute théorie physique ; elle sera niée parce qu'elle ne s'accorde pas avec les faits. Hors d'elle et contre elle, on verra se dresser d'autres Mécaniques célestes, d'abord le système héliocentrique, puis le système des excentriques et des épicycles. Avec Hipparque et Ptolémée, ce dernier triomphera parmi les astronomes ; mais jusqu'à la Renaissance, cette victoire sera contestée par les philosophes péripatéticiens, conservateurs obstinés du principe

des mouvements homocentriques ; et cette contestation ne prendra fin qu'au jour où la révolution copernicaine, exhumant la Mécanique céleste héliocentrique, rejettera à la fois le système des sphères homocentriques à la terre et le système des excentriques et des épicycles.

Plus longtemps, la Mécanique des mouvements sublunaires gardera la forme qu'Aristote lui a donnée. Un jour viendra, cependant, où elle devra céder à son tour. Dans la pesanteur, on cessera de voir une puissance par laquelle chaque corps grave se porte au centre du Monde, avec une intensité que l'accroissement de la distance n'affaiblit pas. On y verra, d'abord, une action, analogue à une attraction magnétique, par laquelle chaque astre retient ses diverses parties et les ramène à lui lorsqu'elles en ont été écartées ; c'est une telle hypothèse que le système de Copernic mettra en faveur. Plus tard, on commencera d'y voir, avec Képler, l'effet d'une attraction universelle par laquelle toute masse matérielle se porte vers toute autre masse matérielle ; et, deux mille ans après Aristote, cette hypothèse triomphera dans l'œuvre de Newton. Mais alors la Mécanique des mouvements sublunaires et la Mécanique des mouvements célestes se seront fondues en une doctrine unique, en une Science de la gravitation universelle.

CHAPITRE V

LES THÉORIES DU TEMPS, DU LIEU ET DU VIDE APRÈS ARISTOTE

I

LA PHYSIQUE PÉRIPATÉTICIENNE APRÈS ARISTOTE

La Physique d'Aristote est l'un des plus étonnants systèmes que la raison humaine ait jamais construits ; à toutes les questions que les Anciens avaient accoutumé de poser sur les cieux, sur leurs mouvements, sur les éléments, sur leurs transformations, elle donnait des réponses, les plus précises et les plus complètes qui eussent été formulées jusqu'alors, et toutes ces réponses, elle les coordonnait logiquement en une théorie auprès de laquelle toutes les doctrines précédentes semblaient de simples ébauches.

Qu'un tel système ait exercé sur les esprits la séduction puissante qu'éprouveront, au Moyen-Age, la plupart des philosophes arabes ou chrétiens, on le comprend aisément. Plus volontiers, on serait surpris en constatant que les successeurs immédiats d'Aristote se sont montrés, en général, rebelles à cette influence ; en effet, s'ils ont employé, dans la construction de leurs propres doctrines, nombre de matériaux que le Stagirite avait taillés, ils n'ont presque rien gardé du plan suivant lequel ces matériaux avaient été, tout d'abord, assemblés.

Lorsqu'en 322, Aristote cessa d'enseigner, il mit à la tête du Lycée son disciple Théophraste ; autant qu'on en peut juger par ce qui nous est resté de ses ouvrages, Théophraste commença à

dévier, en certaines questions essentielles, de l'enseignement de son maître ; la notion de matière première, par exemple, qui se trouve à la base même de toute la Physique d'Aristote, paraît être altérée d'une manière sensible dans l'enseignement de son successeur [1].

En 287, à la mort de Théophraste, Straton de Lampsaque se trouva placé à la tête du Lycée ; il y demeura jusqu'à sa mort, survenue en 269. La Physique qu'il enseigna n'avait, dans ses thèses essentielles, presque plus rien de celle qu'avait enseignée Aristote [2] ; l'influence de Démocrite y contrebalançait celle du créateur de la philosophie péripatéticienne et, bien souvent, la surmontait.

Aristote dut donc attendre bien longtemps avant de trouver des disciples fidèles qui eussent pour principal souci d'analyser la pensée du maître, de l'éclaircir, de la compléter. Alexandre d'Aphrodisias, qui enseignait à Alexandrie vers le temps de Septime Sévère, fut le premier de ces péripatéticiens qui, par des commentaires détaillés des œuvres du Stagirite, s'efforcèrent de remettre en faveur la doctrine que ces œuvres exposaient. Il fut aussi le plus exact de ces commentateurs, car son imitateur et abréviateur Thémistius (317-vers 395 après J.-C.) subit souvent l'influence du Platonisme.

On en peut dire autant, et à plus forte raison, des nombreux commentateurs d'Aristote qu'ont donnés les diverses écoles néo-platoniciennes ; le désir de fondre en une synthèse la Métaphysique de Platon et celle de son élève fut, en effet, une des tendances dominantes du Néo-platonisme.

Les Néo-platoniciens, donc, sans accepter dans sa totalité la Physique du Stagirite, en inséraient maint fragment dans leurs propres systèmes de Physique ; ils n'étaient, à en user de la sorte, ni les seuls ni les premiers ; les Stoïciens leur avaient frayé la voie.

En l'année 300 av. J.-C., alors que Straton de Lampsaque allait prendre la direction du Lycée, Zénon de Cittium fondait, à Athènes, l'École du Portique (Στοά). A la tête de cette École, Cléanthe lui succéda en 264, et, en 232, Chrysippe prit la suite de Cléanthe. Ce que nous savons de la Physique de Zénon, de Cléanthe, de Chrysippe nous montre, par rapport au Péripatétisme, tantôt une divergence extrême et, tantôt, de très frappantes ana-

1. Albert Rivaud, *Le problème du Devenir et la notion de Matière dans la Philosophie grecque, depuis les origines jusqu'à Théophraste ;* Paris, 1905, § 336, pp. 462-463.
2. G. Rodier, *La Physique de Straton de Lampsaque ;* Paris, 1890.

logies. Les doctrines de Posidonius, qui fonda son École à Rhodes, en 103 av. J.-C., rappellent mieux encore celles d'Aristote.

Nous ne prétendons exposer ici, en toutes leurs parties, ni la Physique stoïcienne ni les diverses Physiques néo-platoniciennes. Notre attention se portera seulement sur quelques théories, peu nombreuses, qu'il nous faudra connaître pour bien comprendre comment certaines idées se sont offertes aux Chrétiens du Moyen-Age et ont préparé l'avènement de la Science moderne ; telle est la théorie du temps ; telle est la théorie du lieu, dont celle du vide ne peut être séparée.

II

LA THÉORIE DU TEMPS CHEZ LES PÉRIPATÉTICIENS

Les théories du temps qui vont se développer dans la Philosophie grecque après Aristote se peuvent classer en deux catégories ; les unes chercheront un temps absolu dans un monde autre que celui dont les sens nous donnent la perception ; les autres feront du temps une chose relative aux mouvements du monde sensible. Les théories du premier groupe pourront s'autoriser des doctrines d'Archytas de Tarente et de Platon ; elles se développeront au sein des écoles néo-platoniciennes. Les théories du second groupe seront recommandées aux Péripatéticiens par l'exemple d'Aristote.

Aristote, en effet, découvrait le temps dans n'importe quel mouvement du monde sensible ; le temps, c'est ce par quoi les divers états du mobile peuvent être énumérés suivant leur ordre de succession. Le Stagirite ne cherchait pas l'origine du temps dans un monde supra-sensible ; le monde supra-sensible, le monde des substances séparées, est formé d'intelligences qui durent toujours ; « or, les êtres qui durent toujours[1], par cela même qu'ils durent toujours, ne sont pas dans le temps ; ils ne sont point contenus par le temps et leur existence n'est pas mesurée par le temps ; la preuve en est qu'ils ne pâtissent aucunement de la part du temps, attendu qu'ils ne sont pas dans le temps ». Entre l'éternité des substances perpétuelles et le temps auquel sont soumises les substances vouées à la génération et à la corruption, Aristote ne tentait aucun rapprochement.

1. ARISTOTE, *Physique*, livre IV, ch. XII [XIX] (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 303 ; éd. Bekker, vol. I, p. 221, col. b).

Platon, au contraire, avait établi une comparaison entre l'éternité et le temps, lorsqu'il avait écrit cette formule célèbre [1] : « En même temps que Dieu met de l'ordre dans le Ciel, il y produit, de l'éternité qui persiste immobile dans l'unité, une image qui marche sans fin suivant un nombre perpétuel, et c'est cela que nous avons appelé le temps — Ποιεῖ μένοντος αἰῶνος ἐν ἑνὶ κατ' ἀριθμὸν ἰοῦσαν αἰώνιον εἰκόνα, τοῦτον ὃν δὴ χρόνον ὠνομάκαμεν. » Cette formule pressait les Platoniciens de rechercher comment le temps pouvait être l'image mobile de l'immobile éternité.

D'autre part, la tradition pythagoricienne, conservée par le traité d'Archytas, apprenait aux philosophes que l'essence du temps peut résider au sein du monde supra-sensible, dans le mouvement universel directement émané de l'Ame du monde, mouvement qui est l'origine de tous les mouvements sensibles.

Les disciples immédiats d'Aristote, Théophraste et Eudème, gardèrent fidèlement, au sujet du temps, l'enseignement du Stagirite [2] ; mais Straton de Lampsaque s'écarta résolument de cet enseignement ; ce ne fut pas, il est vrai, pour se rapprocher des doctrines professées par Archytas et par Platon ; bien au contraire, il évita plus soigneusement encore qu'Aristote de placer le temps hors du monde sensible.

Aristote avait enseigné que le temps dénombrait le mouvement ; or Straton fait remarquer [3] que, seules, sont dénombrables les choses qui sont discontinues comme le nombre lui-même ; le mouvement et le temps, au contraire, sont continus ; le temps ne peut donc pas être le nombre du mouvement. Straton pose alors en principe que le temps est une certaine quantité continue qui existe dans toutes les actions : « Ὁ Στράτων τὸν χρόνον τὸ ἐν ταῖς πράξεσι ποσὸν εἶναι τίθεθαι ». Cette grandeur ne dépend, d'ailleurs, ni du nombre des actions accomplies ni de leur propre grandeur ; on peut passer peu de temps à faire une guerre ardente ; on en peut passer beaucoup à dormir ou à ne rien faire. De la distinction ainsi établie entre la grandeur de l'action accomplie et la grandeur du temps pendant lequel elle est accomplie, de la comparaison entre ces deux grandeurs, naissent les notions de vitesse et de lenteur (ταχεία, βραδεῖα) ; il y a vitesse là où une grande action est accomplie en une petite quantité de temps, et lenteur là où une petite action est accomplie en une grande quantité de temps.

1. PLATON, *Timée*, 37 ; PLATONIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 209.
2. SIMPLICII *In Aristotelis Physicorum libros quattuor priores commentaria*. Edidit Hermannus Diels. Berolini, 1882. Lib. IV, corollarium de tempore, p. 788.
3. SIMPLICIUS, *loc. cit.*, pp. 789-790. — Cf. G. RODIER, *Op. laud.*, pp. 73-77.

Le temps est ainsi un attribut des actions et des mouvements ; c'est par une locution vicieuse que nous disons que les actions, que les mouvements sont dans le temps ; en vérité, c'est le temps qui accompagne toutes les actions et tous les mouvements et qui, plutôt, est en eux. « Le jour, la nuit, le mois, l'année ne sont ni le temps ni des parties du temps ; ce sont simplement l'éclairement ou l'obscurité, la révolution de la Lune ou celle du Soleil ; quant au temps, c'est une grandeur dans laquelle ces phénomènes sont accomplis. »

Quelle est la nature de cette quantité continue que nous nommons temps ? Straton ne s'explique pas à cet égard. Il est à remarquer, d'ailleurs, que si son enseignement contredit celui qu'Aristote avait donné dans ses *Physiques*, il serait conciliable avec les quelques lignes par lesquelles le Stagirite, aux *Catégories*, place le temps et le mouvement, à côté de la longueur, parmi les quantités continues, tandis qu'il les sépare du nombre discontinu.

Les critiques de Straton de Lampsaque ne paraissent avoir eu d'influence ni sur Alexandre d'Aphrodisias ni sur Thémistius ; les fragments, conservés par Simplicius, des *Commentaires* du premier et la *Paraphrase* du second ne s'écartent que fort peu de la théorie du temps donnée par Aristote. C'est seulement au sein des écoles néo-platoniciennes que nous allons voir délaisser cet enseignement.

III

LES THÉORIES NÉO-PLATONICIENNES DU TEMPS : PLOTIN, PORPHYRE, APULÉE, JAMBLIQUE, PROCLUS

Les Néo-platoniciens vont distinguer deux temps ; l'un, dont ont disputé les disciples d'Aristote, est le temps physique (φυσικὸν χρόνον) ; il n'est qu'un effet de l'autre temps, du temps primordial (πρῶτον χρόνον), qui est la cause du temps physique ; ce temps-là, identique ou analogue à celui qu'avait considéré Archytas, est demeuré inconnu aux Péripatéticiens.

« Parmi les philosophes modernes, dit Simplicius [1], Plotin est le premier qui ait ramené l'attention sur ce temps premier. » A l'appui de cette affirmation, Simplicius cite [2] divers passages de Plotin que nous retrouvons dans les *Ennéades* [3] où Porphyre a rédigé la doctrine de son maître.

1. Simplicius, *loc. cit.*, p. 790.
2. Simplicius, *loc. cit.*, pp. 790-791.
3. Plotini *Enneadis III*^{ae} lib. VII.

L'Un, qui est l'Être suprême, et l'Intelligence, qui en est la première émanation, sont absolument immuables ; ils demeurent toujours identiques à eux-mêmes, en sorte que, pour eux, il n'y a pas de temps ; ils sont éternels ; ils vivent, mais leur vie est un éternel repos (ζωὴ ἐν στάσει).

L'Un est absolument immobile ; l'opération par laquelle l'Intelligence connaît l'Un et se connaît elle-même est assimilée à un mouvement ; mais ce mouvement intellectuel est exempt de tout changement ; Aristote lui refuserait le nom de mouvement ; mais Platon le lui donne au dixième livre des *Lois* et les Néo-platoniciens suivent son exemple.

Le temps primitif va résider dans la seconde émanation, dans l'Ame du Monde ; l'Ame du Monde n'est ni engendrée ni détruite, mais, cependant, elle n'est pas immobile ; elle est vivante, d'une vie continuellement changeante ; il se produit, dans sa substance, un flux perpétuel par lequel elle passe incessamment d'un état de vie à un autre état de vie ; c'est là le mouvement substantiel de l'Ame ; Plotin le nomme : « Ζωὴ ψυχῆς ἐν κινήσει μεταβατικῇ ἐξ ἄλλου εἰς ἄλλον βίον ». Cette vie, qui est une évolution perpétuelle, constitue le temps primitif et véritable ; comme le voulait Platon, ce temps-là est une image de l'éternité, car l'éternité, c'est la vie toujours en repos de l'Un et de l'Intelligence.

Citons, à l'exemple de Simplicius, les passages où Plotin a nettement posé cette définition du temps[1] : « Si l'on disait que le temps est la vie de l'Ame en ce mouvement d'évolution par lequel elle passe d'un état de vie à un autre état de vie, il semblerait assurément que l'on dit quelque chose qui vaille. L'éternité, en effet, c'est la vie qui demeure en repos, toujours dans le même être, toujours de la même manière et qui, dès maintenant, est infinie (ἄπειρος ἤδη). Or le temps doit être l'image de l'éternité. De même, donc, que l'universel se comporte par rapport au singulier, de même devons-nous dire que la vie qui réside là-haut trouve une sorte d'homonyme en cette autre vie qui est celle de la puissance de l'Ame ; au lieu du mouvement de l'Intelligence, nous devons placer le mouvement d'une certaine partie de l'Ame ; au lieu de l'identité, de l'immutabilité, de la permanence, il nous faut mettre une mutabilité qui ne persiste aucunement dans un même état, mais qui, sans cesse, passe d'un acte à un autre acte ; en regard de l'indivisible unité, l'unité par continuité sera l'image de cette unité absolue ; au lieu de l'infini subsistant en sa totalité, sera ce

1. PLOTINI *Enneadis III^æ* lib. VII, c. x ; PLOTINI *Enneades*, éd. Ambroise Firmin-Didot, p. 177.

qui se poursuit indéfiniment, toujours vers l'avenir ; à la place du tout simultané, nous mettrons le tout qui sera par parties successives et qui sera toujours. Ainsi, ce qui est totalité actuelle, simultanéité et infini actuel, le temps l'imitera parce qu'il veut toujours qu'un nouvel accroissement soit donné à ce qu'il est ; cette manière d'être-ci, en effet, imite celle-là. Il faut donc se garder de chercher le temps hors de l'Ame, comme de chercher l'éternité hors de l'Être par excellence. »

On se tromperait donc si l'on cherchait le temps non point en l'Ame universelle, mais en l'âme particulière de chaque homme [1]. « Le temps est-il en nous? Ou bien n'est-il pas plutôt dans cette Ame universelle, qui est de même manière en toutes choses et qui, seule, réunit toutes les âmes (αἱ πᾶσαι μία) ? C'est pour cela que le temps ne se pulvérise pas [en une foule de temps différents]. »

On ne se tromperait pas moins si l'on voulait, à l'exemple d'Aristote, que le temps fût la mesure du mouvement ; c'est au contraire le mouvement qui est la mesure du temps, parce que le temps ne se voit pas, tandis que le mouvement se voit ; or, c'est à l'aide des choses visibles que l'on reconnaît et que l'on mesure les choses invisibles [2] : « Ce que l'on mesure donc à l'aide de la rotation du ciel, c'est ce qui nous est manifeste ; cette chose-là sera le temps, non point engendré, mais seulement manifesté par la rotation du ciel... C'est ce qui a conduit [les Péripatéticiens] à dire : mesure du mouvement, au lieu de : mesuré par le mouvement, et à ajouter ensuite : quel qu'il soit, il est mesuré par le mouvement. » Ils tournaient ainsi dans un véritable cercle vicieux que rompt la théorie de Plotin.

La pensée de Plotin a été développée et précisée par son disciple Porphyre.

Sous ce titre : *Tentatives pour atteindre les intelligibles*, Πρὸς τὰ νοητὰ ἀφορμαί, Porphyre a condensé, dans un livre de peu d'étendue, la substance même de sa doctrine ; cette doctrine, d'ailleurs, ne diffère guère de celle que professait son maître Plotin ; les *Tentatives* gardent souvent les pensées et jusqu'aux termes des *Ennéades*.

Dans cet écrit, Porphyre nous expose très clairement sa théorie du temps [3].

1. Plotini *Enneadis IIIæ* lib. VII, cap. XII ; éd. cit., p. 180.
2. Plotini *Enneadis IIIæ* lib. VII, cap. XI ; éd. cit., pp. 178-179.
3. Plotini Enneades *cum* Marsilii Ficini *interpretatione castigata*. Iterum ediderunt Frid. Creuzer et Georg. Henricus Moser. Primum accedunt Porphyrii *et* Procli *Institutiones et* Prisciani philosophi *Solutiones*. Ex codice Sangerma-

L'Intelligence (Νοῦς) est, selon Porphyre comme selon tous les Néo-platoniciens, identique à l'intelligible dont elle a connaissance ; en elle, l'Intelligence qui connaît, l'intelligible qui est connu et l'acte par lequel l'Intelligence connaît l'intelligible ne sont qu'une seule et même chose.

Absolument indivisible, l'Intelligence connaît par une opération dans laquelle on ne peut distinguer de parties, qui n'est point discursive. Pour connaître, donc, « elle ne part pas de la connaissance de cette chose-ci pour passer à la connaissance de cette chose-là — Οὐδὲ ἀφιστάμενος οὖν τοῦδε, ἐπὶ τόδε μεταβαίνει ». « S'il en est ainsi, l'Intelligence n'opère point en passant de ceci à cela ; son opération n'est pas un mouvement » par lequel ce qui était en puissance se trouve ensuite en acte ; cette opération « est acte pur ; ramassée sur elle-même, en une parfaite unité, elle est exempte de tout accroissement, de tout changement, de toute marche discursive.

» Mais puisqu'en elle, toute multitude est ramenée à l'unité, que son acte subsiste à la fois dans sa totalité, qu'elle n'est point soumise à la succession temporelle, il faut nécessairement attribuer, à une telle substance, l'existence dans une perpétuelle unité ; or cette existence-là, c'est l'éternité. — Εἰ δὲ τὸ πλῆθος καθ' ἕν, καὶ ἅμα ἡ ἐνέργεια, καὶ ἄχρονος, ἀνάγκη πορυποστῆναι τῇ τοιαύτῃ οὐσίᾳ τὸ ἀεὶ ἐν ἑνὶ ὄν. Τοῦτο δέ ἐστιν αἰών ».

Ainsi l'Intelligence est éternelle, parce qu'en elle, « toutes choses existent à la fois, présentement et toujours, πάντα ἅμα νῦν καὶ ἀεί ».

« Si, au contraire, une substance n'a pas une connaissance où tout soit ramassé dans l'unité absolue (καθ' ἓν ἐν ἑνί), si elle connaît d'une manière discursive (μεταβατικῶς), par l'effet d'un mouvement, à l'opération par laquelle elle quitte cette chose-ci pour saisir celle-là, par laquelle elle analyse et discourt, le temps coexistera ; car un tel mouvement comporte distinction entre ce qui est déjà accompli et ce qui va s'accomplir. »

Or cette connaissance discursive, qui implique la coexistence du temps, c'est précisément le mode de connaissance qui convient, selon Porphyre, à l'Ame du Monde. Dans la connaissance propre à l'Ame, il y a discours et succession. « L'Ame passe d'une chose à une autre, change sans cesse ses concepts. Ψυχὴ δὲ μεταβαίνει ἀπ' ἄλλου εἰς ἄλλο, ἐπαμείβουσα τὰ νοήματα ».

nensi edidit et annotatione critica instruxit Fr. Dubner. Parisiis, Ambroise Firmin Didot, MDCCCLV. PORPHYRII PHILOSOPHI *Sententiæ ad intelligibilia ducentes,* XLIV ; pp. XLVII-XLVIII.

L'Ame est donc en mouvement parce que, continuellement, elle cesse de contempler un concept pour commencer d'en contempler un autre. Mais ce mouvement est tout interne. Ce qui se succède au sein de l'Ame, ce ne sont point choses venues de l'extérieur et qui retourneraient à l'extérieur. Les concepts qui se suivent dans sa contemplation demeurent en elle, tous et toujours ; seulement son attention se porte tantôt sur l'un d'eux et tantôt sur l'autre. C'est, en effet, en partant d'elle-même et en revenant à elle-même que l'Ame se meut : « ἀλλ' αὐτῆς καὶ αὐτόθεν εἰς ἑαυθὴν κινουμένης ». « Elle est semblable à une source qui ne s'écoulerait pas au dehors, mais qui reverserait en elle-même, d'une manière cyclique, l'eau qu'elle possède. — Πηγῇ γὰρ ἔοικεν οὐκ ἀποῤῥύτῳ, ἀλλὰ κύκλῳ εἰς ἑαυτὴν ἀναβλυζούσῃ ἃ ἔχει. »

Cette dernière comparaison suffirait à nous apprendre, si toute la Théologie de Plotin et de Porphyre ne nous en assurait par ailleurs, que ce mouvement interne de l'Ame du Monde est un mouvement cyclique, un mouvement périodique.

C'est donc à cette connaissance discursive, reproduite d'une manière périodique suivant un certain cycle, que le temps est lié, de même que l'éternité est liée à la connaissance non discursive, non successive que possède l'Intelligence. « L'éternité n'est pas, d'ailleurs, une chose distincte de l'Intelligence non plus que le temps n'est une chose distincte de l'Ame du Monde ; en sorte qu'il n'y a là que des coexistences liées à d'autres existences. — Οὐ διῃρημένος ἀπ' αὐτοῦ [ὁ αἰών], ὥσπερ ὁ χρόνος ἐκ Ψυχῆς. Ὅτι καὶ αἱ παρυποστάσεις ἥνωνται ἐκεῖ. »

Jamblique, nous le verrons dans un instant, refusera de souscrire à cette affirmation de Porphyre ; il fera du temps un être distinct de l'Ame du Monde, et antérieur à elle.

Comme Platon, Porphyre se complaît à voir dans le temps une image de l'éternité, à chercher dans l'éternité une ressemblance avec le temps.

Le temps, apanage du continuel mouvement de l'Ame, suggère, par sa longue durée, la pensée de l'éternité. L'éternité, à son tour, imite le temps, en ce qu'elle semble multiplier le présent unique qui la constitue et, sous forme d'instant présent, lui faire parcourir le temps.

Mais Porphyre ne se contente pas de considérer le temps comme apanage du mouvement interne de l'Ame du Monde ; il le cherche aussi dans les mouvements des choses sensibles. Là, à des mouvements différents correspondent des temps distincts : « Λοιπὸν δὲ ἐν τοῖς αἰσθητοῖς ὁ διῃρημένος χρόνος ἄλλος ἄλλου. — Autre est le temps

du Soleil, autre le temps de la Lune, autre le temps de Vénus, autre le temps de chacun des mobiles ; c'est pourquoi, à chaque astre, correspond une année différente — Διὸ καὶ ἄλλου ἐνιαυτὸς ἄλλος ».

« Mais il est une année qui embrasse toutes les autres ; c'est l'année qui se trouve totalisée dans le mouvement de l'Ame du Monde, car c'est à l'imitation de ce mouvement-là que tous ces corps se meuvent — Καὶ ὁ τούτους περιέχων ἐνιαυτὸς κεφαλαιούμενος εἰς τὴν τῆς Ψυχῆς κίνησιν, ἧς κατὰ μίμησιν κινουμένων τούτων. »

Porphyre ramène ici des pensées qu'Archytas et Platon avaient indiquées ; il les formule avec une parfaite clarté. Si tous les astres se meuvent, c'est pour imiter, chacun à sa manière, le premier et le plus parfait des mouvements, le mouvement interne de l'Ame du Monde ; chacun de ces corps aura donc, comme l'Ame, un mouvement cyclique ; à chacun de ces mouvements, un temps particulier sera attaché ; la période de chacun de ces mouvements aura une durée bien déterminée qui sera l'année propre à tel ou tel astre.

Mais ces années propres aux divers astres doivent imiter la durée périodique du mouvement de l'Ame ; elles doivent être des parties aliquotes de cette durée ; la période du mouvement de l'Ame doit embrasser, comprendre (περιέχειν) toutes les périodes des mouvements planétaires ; elle constitue la Grande Année.

L'exposition de Porphyre marque clairement comment, pour le Néo-platonisme, la théorie de la périodicité de l'Univers et de la Grande Année est intimement liée à la théorie du temps. Au paragraphe VI, d'autres textes viendront confirmer cette liaison. Elle ne saurait, d'ailleurs, nous surprendre, car les doctrines néo-platoniciennes relatives au temps ne font que développer la doctrine pythagoricienne d'Archytas de Tarente.

Apulée (Lucius Apuleius) naquit à Madaure, petite ville d'Afrique, en 114 après J.-C., il mourut en 184. Parmi ses écrits, se rencontre un traité, en trois livres, intitulé *De dogmate Platonis*. Cet exposé sommaire de la doctrine de Platon contribua certainement beaucoup à la répandre dans le monde latin.

Le premier livre, consacré à la Physique (*Philosophia naturalis*), est un résumé du *Timée*. On y trouve, sous une forme sommaire, une théorie du temps qui semble très voisine de celle de Plotin et de Porphyre.

Selon Apulée, le temps est un être produit par le Démiurge : « Le temps, dit-il, est l'image de l'éternité ; toutefois, le temps est en mouvement, tandis que l'éternité est fixe et immobile par

nature ; le temps va vers l'éternité ; il pourrait prendre fin et se dissoudre dans l'éternité si le Dieu qui a fabriqué le Monde l'avait décidé ».

Il est « l'ordonnateur de toutes choses, *rerum ordinator* ». « Les durées de ce temps servent de mesures à la conversion du Monde ; c'est lui, en effet, qui actionne (*agit*) le globe du Soleil, celui de la Lune et les autres étoiles que nous appelons à tort vagues et errantes, » car le temps a réglé le cours de ces astres de telle manière que la plus petite divagation ne s'y puisse rencontrer.

Cet ordonnateur de toutes choses, qui donne aux astres leur activité et règle leurs mouvements, doit, semble-t-il, résider au sein de l'Ame du Monde, à moins qu'il ne constitue un principe divin, distinct de cette Ame et, comme elle, émané du Démiurge ; c'est ce qu'enseignera Jamblique.

L'École péripatéticienne tout entière, y compris Straton de Lampsaque, cherchait le temps dans les mouvements et dans les transformations du monde sensible. Archytas de Tarente avait voulu le trouver plus haut ; il en avait fait la mesure du mouvement universel qui est la manifestation extérieure, première et immédiate de l'activité de l'Ame du Monde, et qui est la cause de tous les mouvements particuliers. Plotin et son disciple Porphyre avaient placé l'origine du temps plus haut que ne l'avait fait Archytas ; ils l'avaient identifié avec la vie même de l'Ame, vie dont procède le mouvement considéré par Archytas. Jamblique va renchérir sur Plotin et sur Porphyre, et placer le temps à un rang plus élevé encore dans la hiérarchie des essences suprasensibles ; il ne le mettra pas dans l'Ame du Monde ; il en fera la cause qui détermine la vie interne et le mouvement externe de l'Ame ; il en fera une émanation directe de l'Intelligence ou du Démiurge ; le Démiurge a produit le temps en même temps qu'il produisait l'Ame et le Ciel ; c'est le temps qui a ordonné la vie de l'Ame et la circulation du Ciel.

Ces idées, Jamblique s'est plu à les développer en divers passages que nous a conservés Simplicius.

En voici d'abord un aperçu [1] que Jamblique présentait au premier livre de ses *Commentaires aux Catégories*, aussitôt après l'exposé de la doctrine d'Archytas : « Le temps doit être défini à l'aide d'un certain mouvement ; mais ce ne peut être à l'aide d'un mouvement unique choisi parmi la multitude des autres mouve-

1. SIMPLICIUS, *loc. cit.* ; éd. cit., p. 786.

ments, car les autres seraient laissés hors du temps ; ce ne peut être, non plus, à l'aide de l'ensemble de ces mouvements multiples, car cet ensemble n'est pas doué d'unité ; il faut qu'il soit défini à l'aide d'un mouvement réellement un, et qui soit le principe et comme l'unité de tous les autres. Ainsi en est-il de ce mouvement qui est regardé à juste titre comme le premier de tous et comme la cause de tous les autres, l'évolution qui se produit dans l'Ame suivant la production de ses raisonnements. Mais le nombre relatif à cette évolution n'est pas un nombre artificiel et venu du dehors comme le pense Aristote ; il précède ce changement dans l'ordre des causes ». Ce n'est plus contre la doctrine d'Aristote que s'élèvent les dernières affirmations de Jamblique, bien que le Stagirite y soit seul nommé ; c'est la doctrine d'Archytas, c'est celle de Platon qu'elles condamnent, en faisant du temps la cause même de l'évolution qui constitue la vie de l'Ame.

Que le temps doive être antérieur aux opérations de l'Ame du Monde, cela résulte des considérations mêmes que Jamblique fait valoir pour démontrer que le temps précède les opérations de notre âme ; c'est encore en son *Commentaire aux Catégories* qu'il développe, à ce sujet, le raisonnement suivant [1] : « Ce n'est pas, comme certains le croient, selon l'ordre naturel de nos actions que le temps est produit ; c'est, au contraire, le temps qui est le principe suivant lequel nos actions s'ordonnent ; il ne serait pas possible, en effet, de comparer, dans nos actions, l'état précédent et l'état suivant, si le temps ne subsistait pas par lui-même ; c'est à lui qu'est rapporté l'ordre des actions ».

Ces considérations montrent assurément que le temps précède toute modification où il est possible de distinguer un ordre de succession, que par lui, et par lui seul, il est possible d'assigner cet ordre au mouvement universel directement produit par l'Ame du Monde ou à la vie interne de cette Ame, aussi bien qu'aux transformations du Monde sensible ; elles obligent à regarder le temps comme antérieur à l'Ame. C'est ce que va développer Jamblique dans un passage que rapporte Simplicius [2] ; l'auteur néo-platonicien avait écrit ce passage au sixième chapitre du huitème livre de ses *Commentaires au Timée de Platon*. « L'essence du temps, celle qui se manifeste par son activité, nous la mettons sur le même rang que l'opération progressive et ordonnée qui a organisé les œuvres du Démiurge ; nous la regardons comme inséparable des œuvres

1. Simplicius, *loc. cit.;* éd. cit., p. 793.
2. Simplicius, *loc. cit.;* édit. cit., pp. 793-794.

accomplies par cette opération. L'action qui a mis l'ordre dans l'ensemble du Ciel démontre, en effet, cette vérité que l'existence substantielle du temps est concomitante de l'opération organisatrice qui procède du Démiurge ; partant, cette existence substantielle du temps précède la révolution périodique du Ciel, de même que l'opération organisatrice qui ordonne et qui prend soin précède, en chaque ordre de choses, les effets de ses propres commandements ; la masse du Ciel (ἀθρόος) comprend cette substance tout entière dans les limites de termes bien définis, et ces termes gardent un rapport avec la Cause d'où procède cette substance [1].

» Nous sommes d'accord [avec les autres philosophes] pour admettre qu'il y a un ordre du temps ; mais ce n'est pas un ordre qui est ordonné, c'est un ordre qui ordonne ; ce n'est pas un ordre subordonné à certaines choses qui le précéderaient ; il est, au contraire, l'auteur de certaines œuvres exécutées par lui, et il est plus ancien qu'elles ; il n'est pas déterminé par la considération particulière des raisonnements de l'Ame, ou des mouvements, ou d'autres puissances considérées à part ; mais c'est l'ordre universel qui se trouve complètement réalisé dans la totalité des créations émanées du Démiurge. Pour ranger les choses successives dans l'ordre convenable, nous ne suivons ni les transformations qui accompagnent tel mouvement, ni le développement de telle vie, ni la marche des générations qui se produisent dans le Monde, ni quoi que ce soit d'analogue ; mais cet ordre, nous le déterminons selon la suite progressive des causes, selon le tissu continu des créations, selon l'énergie qui accomplit l'œuvre primordiale, selon la puissance qui effectue tous les mouvements et selon tous les êtres de même sorte. Ainsi donc, nous ne disons pas que le mouvement qui procède de l'Ame ou que la vie de cette Ame a engendré le temps et, tout ensemble, le Ciel ; nous disons que le temps et le Ciel ont été engendrés par l'opération organisatrice intellectuelle qui procède du Démiurge ; l'existence du temps, considéré en lui-même, et l'existence du Ciel sont simultanées à cette opération. L'Ancien lui-même [2] affirme clairement que Dieu a produit et ordonné le temps en même temps que le Ciel. On peut admettre que le temps est mesure ; non pas qu'il mesure le mouvement local ni qu'il soit mesuré par ce mouvement ; non pas qu'il mani-

1. Selon l'enseignement constant des Néo-platoniciens, la sphère est une image de l'Intelligence qui établit la transition entre l'Un, représenté par le centre, et la Nature multiple, représentée par la surface. V. : PLOTINI *Enneadis VIæ* liber V, art. v ; PLOTINI *Enneades*, éd. Didot, p. 450.

2. Ὁ παλαιός, c'est-à-dire Platon. C'est, en effet, ce que dit Platon, au *Timée*, 37 (PLATONIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 209).

feste la rotation [céleste] ni qu'il soit manifesté par elle ; mais parce qu'il est la cause de toutes choses et ce qui les rassemble dans l'unité. »

Le temps, donc, a été produit par le Démiurge, alors qu'il engendrait l'Ame du Monde et le Ciel ; plus ancien que la vie qui se déroule en raisonnements discursifs au sein de l'Ame du Monde, plus ancien que le mouvement universel que cette Ame, en son activité, produit hors d'elle-même, plus ancien que la rotation du Ciel, le temps est l'ordre primitif suivant lequel ont été ordonnés, à leur tour, cette vie et ces mouvements ; l'Ame vit dans le temps et meut dans le temps, le Ciel tourne dans le temps. Seul, le Démiurge, antérieur au temps comme l'est la suprême Unité, pense dans l'éternité.

L'éternité (ὁ αἰών), c'est le présent (τὸ νῦν). Elle est, à l'Intelligence, ce que le temps est à l'Ame universelle ; le temps est l'image de l'éternité comme l'Ame est une image de l'Intelligence. « Le temps », dit Jamblique en son *Commentaire aux Catégories* [1], « est très exactement défini une image mobile de l'éternité. De même que l'Ame est une imitation de l'Intelligence et que ses raisonnements (λόγοι) procèdent par analogie avec les connaissances intuitives (νοήσεις) de l'Intelligence, de même le présent indivisible qui se trouve en elle est-il une imitation du présent qui demeure au sein de l'Un ; la façon dont celui-là contient en lui toutes choses rappelle la manière dont celui-ci, simultanément et toujours, contient en lui-même les êtres véritables (τὰ ὄντα) [2] ; la mobilité du premier est une figure de l'immobilité du second, et la mesure des choses soumises à la génération se moule sur la mesure des essences. »

« Il est évident, poursuit Simplicius, que Jamblique pose l'éternité comme la mesure universelle des êtres véritables (τὰ ὄντως ὄντα), tandis qu'il regarde le temps qui subsiste par lui-même comme une essence qui mesure la génération ; elle mesure, en premier lieu, la génération propre de l'Ame ; puis, après cette génération-là, celle qui en procède ; vient ensuite le temps [physique] qui se range dans la même série que le mouvement, et qui n'a pas de substance propre, car l'existence qu'il possède consiste à être continuellement engendré. »

La nature de ce présent perpétuel qui demeure dans l'Un ainsi qu'en l'Intelligence, la nature du présent instantané qui en pro-

1. SIMPLICIUS, *loc. cit.* ; éd. cit., p. 793.

2. Τὰ ὄντως ὄντα ou, simplement, τὰ ὄντα désigne les *idées* dans la philosophie de Platon et de ses disciples.

cède et qui l'imite au sein des êtres (τὰ μετέχοντα) qui existent seulement en participant à la réalité de l'Un et de l'Intelligence, sont, pour Jamblique, des sujets dignes d'une longue méditation dont le *Commentaire aux Catégories* nous apporte les fruits. « L'énergie », dit Jamblique [1], « n'est pas sans cesse engendrée par le présent indivisible (τὸ ἀμερές) comme la lumière l'est par la lampe. Elle est insensible et elle ne s'écoule pas. Elle demeure toujours immobile en son développement, elle existe toujours, elle est toujours en acte, elle n'est jamais engendrée ; étant inengendrée, elle procède, dans l'absence de tout mouvement, en une forme qui demeure numériquement toujours la même, et elle n'est jamais détruite. On dit, toutefois, que le présent est sans cesse engendré. Cependant, voici ce qui me semble immédiatement évident : C'est que toute chose engendrée a commencé à un certain moment (ποτέ) d'être engendrée, et qu'elle n'est pas sans cesse engendrée ; que le présent, par conséquent, existe et n'est pas engendré. Une chose engendrée dans un développement qui présente le caractère du mouvement n'est pas engendrée dans le présent; le repos, en effet, semble mieux convenir au présent que le mouvement. Nous devons penser que le présent indivisible est quelque chose de permanent (συνεχές τι), qu'il mesure un mouvement permanent, et qu'il est la cause génératrice du temps.

» Où donc faut-il placer par la pensée le cours du temps et son développement ? Dans les êtres, dirons-nous, qui existent seulement par participation ; sans cesse engendrées, en effet, ces choses ne peuvent recevoir dans l'immobilité l'essence en équilibre du temps; cette essence entre en relation tantôt avec une partie de ces choses et tantôt avec une autre, et ces relations changeantes nous présentent d'une manière faussée ce que ces choses éprouvent de la part de cette essence. La propriété d'être engendré dans le présent (τὸ γίνεσθαι νῦν) existe donc dans les choses qui participent continuellement du présent [perpétuel] ; dans ces choses qui se comportent tantôt d'une manière et tantôt d'une autre à l'égard de l'Unité permanente, il existe une ressemblance particulière avec le présent indivisible, et c'est ce présent qui en fait don aux choses qui sont engendrées tantôt d'une façon et tantôt d'une autre. Ainsi donc la diversité numérique constamment changeante des choses qui existent par participation marque combien elles diffèrent du présent indivisible ; mais, par contre, la persistance de l'espèce de chacune d'elles, qui demeure constamment la même, manifeste leur ressemblance avec ce présent. »

1. Simplicius, *loc. cit.* ; éd. cit., pp. 792-793 et p. 787.

Jamblique avait fait du temps une substance douée d'existence autonome, une intelligence organisatrice émanée de l'Intelligence première ; poussant plus loin encore dans la même voie, Proclus [1] et, après lui, la plupart des Néo-platoniciens, ont fait du Temps un dieu.

La méthode constante des Néo-platoniciens, en effet, est celle dont Jamblique vient de nous donner un exemple ; elle consiste à transformer en êtres réellement distincts et subsistants par eux-mêmes toutes les notions que notre esprit peut discerner les unes des autres. Notre raison, par exemple, établit une distinction entre l'éternité et les êtres qui ont part à cette éternité ; aussitôt, le Néo-platonisme fait de l'Éternité un être distinct des autres substances éternelles et, par nature, antérieur à ces substances qui, de l'Éternité subsistante en elle-même, tiennent leur permanence éternelle. De même en sera-t-il du Temps à l'égard des choses qui ont une existence temporelle.

C'est de cette manière, assurément, que raisonnait Jamblique ; c'est de cette manière que Proclus raisonne, avec une pleine clarté, dans son *Institution théologique* [2].

« Avant toutes les choses éternelles, dit-il [3], existe l'Éternité (ὁ Αἰών), et avant toutes les choses qui sont temporelles, subsiste le Temps. En effet, d'une façon universelle, avant les choses qui participent sont les choses que les premières reçoivent par participation ; et avant ces choses qui sont reçues par participation existent celles qui sont exemptes de toute participation. Il est donc évident qu'autre est un être éternel, autre l'éternité qui réside en cet être éternel, autre enfin l'Éternité en soi ; le premier joue le rôle de ce qui participe, la seconde de ce qui est reçu par participation, la troisième de ce qui est exempt de toute participation.

» De même, autre est la chose temporelle, car elle participe ; autre est le temps qui réside en cette chose temporelle, car il est reçu par participation ; et, avant celui-là, est le Temps exempt de toute participation.

1. SIMPLICIUS, *loc. cit.*, p. 795.

2. *Initia Philosophiæ ac Theologiæ ex Platonicis fontibus ducta sive* PROCLI DIADOCHI *et* OLYMPIODORI *In Platonis Alcibiadem commentarii. Ex codd. mss. nunc primum græce edidit itemque eiusdem* PROCLI *Institutionem theologicam integriorem emendatioremque adjecit Fridericus Creuzer.* Pars tertia, PROCLI SUCCESSORIS PLATONICI *Institutio theologica* græce et latine. Francofurti ad Mœnum, MDCCCXXII. — Cette édition est reproduite dans celle des PLOTINI *Enneades* donnée par Ambroise-Firmin Didot en 1855 ; *vide supra*, p. 248, note 3.

3. PROCLI DIADOCHI *Institutio theologica*, cap. LIII ; éd. 1822, pp. 82-85 ; éd. 1855, p. LXIX.

» Chacune de ces deux choses exemptes de participation, l'Éternité et le Temps, est la même, d'une manière universelle, en tous les êtres [qui participent d'elle]. Au contraire, [l'éternité ou le temps] reçu par participation n'est le même qu'en chacun des êtres qui le reçoivent. » En deux êtres participants différents, il n'est pas le même. « Il y a, en effet, un grand nombre d'êtres éternels, un grand nombre d'êtres temporels ; en tous ces êtres, l'éternité [ou le temps] se trouve par participation ; le temps y est subdivisé ; mais celui-là, [le Temps exempt de participation], est indivisible ; et le Temps un est antérieur à ces temps multiples.

» Il existe donc, d'une part, l'Éternité des éternités, d'autre part, le Temps des temps ; ce sont les fondements des [éternités et des temps] reçus par participation. »

Cette Éternité en soi, ce Temps en soi sont des mesures (μέτρα)[1]. L'Éternité est la commune et unique mesure de la vie de toutes les choses éternelles ; le Temps est la commune et unique mesure de la vie et du mouvement de toutes les choses temporelles. La vie et le mouvement de tous les êtres ne comportent donc que ces deux mesures. « Tout étalon qui sert à mesurer, en effet, mesure à l'aide d'une division des parties, ou bien s'applique tout entier et exactement à l'objet à mesurer. Or ce qui mesure par sa totalité, c'est l'Éternité ; ce qui mesure par subdivision, c'est le Temps ; il n'y a donc que ces deux mesures, l'une pour les choses éternelles, l'autre pour les choses temporelles. »

Ces pensées rappellent de fort près celles de Jamblique ; nous allons entendre Proclus les expliquer, au cours de la Στοιχείωσις θεολογική, et nous les verrons rejoindre presque entièrement l'antique doctrine d'Archytas de Tarente.

Les choses qui existent dans le temps sont de deux espèces[2] ; les unes ont simplement une durée limitée à une certaine partie du temps ; les autres durent toujours ; leur existence n'a ni commencement ni fin. Ces dernières, cependant, ne peuvent pas être mises au rang des substances éternelles, car elles sont soumises au changement, au devenir, tandis que les substances vraiment éternelles demeurent toujours identiques à elles-mêmes ; et toutefois, leur perpétuité leur assure une certaine ressemblance avec les substances éternelles.

Ainsi, ce qui est sujet au perpétuel devenir (τὸ ἀεὶ γινόμενον)

1. Procli Diadochi *Op. laud.*, cap. LIV ; éd. 1822, pp. 84-85 ; éd. 1855, p. LXIX.
2. Procli Diadochi *Op. laud.*, cap. LV ; éd. 1822, pp. 86-87 ; éd. 1855, pp. LXIX-LXX.

est intermédiaire entre les natures éternelles et les choses inférieures ; par le devenir (τῷ γίνεσθαι), il est apparenté aux choses inférieures ; par la perpétuité (τῷ ἀεί), il imite les natures éternelles. « Il y a donc deux manières d'être éternel ; l'une est celle de l'éternité ; l'autre est une manière d'être éternel dans le temps ; l'une est une éternité fixe, l'autre une éternité qui se fait ; la première possède une existence ramassée sur elle-même et dont la totalité ne fait qu'un ; la seconde s'étend et se déploie au cours du temps ; la première est, de soi, entière ; la seconde est composée de parties dont chacune est extérieure aux autres parties qu'elle précède ou qu'elle suit. »

Avec Proclus, arrêtons-nous un moment à l'étude de ces substances qui sont perpétuelles sans être éternelles, parce qu'elles sont dans un continuel devenir.

Au sujet de ces substances, voici d'abord un premier théorème, qui est fondamental [1] : « Tout ce qui participe du temps mais se meut toujours est rythmé d'une manière périodique. Πᾶν τὸ χρόνου μετέχον, ἀεὶ δὲ κινούμενον, περιόδοις μετρεῖται ». De cette proposition, voici la démonstration que donne le successeur de Syrianus :

« Les êtres sont tous bornés en nombre et en grandeur. Ces êtres étant bornés, il n'est pas possible, en ligne droite, d'y décrire un parcours illimité. D'autre part, ce qui se meut toujours ne peut décrire un parcours borné. Partant, une chose qui se meut toujours reviendra de nouveau à l'état même d'où elle est partie, en sorte qu'elle accomplira un cycle (περίοδον). »

Cette démonstration, il nous est aisé d'en reconnaître l'origine. C'est celle par laquelle Aristote, au VIII[e] livre de la *Physique*, au premier livre du traité *Du Ciel*, démontrait que le seul mouvement dont sont susceptibles les êtres exempts de génération et de corruption est le mouvement circulaire et uniforme.

Cette démonstration, Proclus la connaissait fort bien ; il en avait fait l'un des principaux objets d'un petit traité intitulé : *Du mouvement*, Περὶ κινήσεως, ou bien : *Institution physique*, Στοιχείωσις φυσική. Dans cet opuscule, il s'était attaché à prouver, suivant les formes rigoureuses de la Géométrie, l'exactitude de ces trois théorèmes [2] :

1. Procli Diadochi *Institutio theologica*, cap. CXCVIII ; éd. 1822, pp. 294-297 ; éd. 1855, p. CXIII.

2. ΠΡΟΚΛΟΥ ΔΙΑΔΟΧΟΥ ΠΕΡΙ ΚΙΝΗΣΕΩΣ ΒΙΒΛΙΑ Β. Procli Diadochi *De motu libri duo, nunc primum latinitate donati, Iusto Velsio Hagano Medico interprete.* Basileæ, 1545. *In fine* : Basileæ per Ioannem Hervagium. Anno salutis MDXLV. Mense Martio. Lib. II, Theor. 5, 17 et 18. — ΠΡΟΚΛΟΥ ΔΙΑΔΟΧΟΥ

« Les choses qui, naturellement, se meuvent de mouvement de rotation n'admettent ni génération ni corruption.

» Le mouvement circulaire est éternel.

» Ce qui est mû d'un mouvement éternel est, lui-même, éternel. »

Mais Aristote, en cette démonstration, s'était borné à considérer le mouvement local, le seul qui pût, à son gré, affecter les substances qui n'ont ni commencement ni fin ; dans son traité *Du mouvement*, Proclus avait donné à son argumentation la même portée, restreinte au seul mouvement local, qu'avait celle du Stagirite ; maintenant, en son *Institution théologique*, il vise plus loin ; il veut que son raisonnement et que la conclusion qui en résulte atteignent toute espèce de changement.

Il veut, en particulier, que la proposition formulée s'applique à ce changement interne qui constitue la vie d'une âme.

Toute âme est intermédiaire entre les intelligences et les choses inférieures [1].

D'une intelligence, l'activité (ἐνέργεια) est éternelle aussi bien que la substance (οὐσία). Des choses soumises à la génération et à la corruption, au contraire, la substance et l'activité sont toutes deux soumises au temps. Intermédiaire entre les intelligences et les choses inférieures, une âme est éternelle par sa substance qui ne peut être ni engendrée ni détruite, qui subsiste par elle-même ; mais son activité est soumise au temps, car elle est une vie, c'est-à-dire une suite de transformations, un mouvement. « Toute âme dont participent les choses inférieures possède une substance éternelle et une activité qui procède dans le temps. Πᾶσα ψυχὴ μεθεκτὴ τὴν μὲν οὐσίαν αἰώνιον ἔχει, τὴν δὲ ἐνέργειαν κατὰ χρόνον. »

Comme toute âme est éternelle, et comme elle a sa vie propre, à chaque âme correspondra une durée particulière qui rythmera la vie périodique de cette âme. Écoutons Proclus formulant ce corollaire [2] :

« Toute âme qui existe dans le Monde use de cycles (περίοδοι) et de retours à l'état initial (ἀποκαταστάσεις) qui sont ceux de sa vie propre. En effet, si elle est soumise à la mesure du temps, elle a, en outre, une activité qui procède par changements d'état (μεταβα-

ΛΥΚΙΟΥ ΣΤΟΙΧΕΙΩΣΙΣ ΦΥΣΙΚΗ. Procli Diadochi Lycii *Institutio physica*. Edidit et interpretatione germanica instruxit Albertus Ritzenfeld. Leipzig. 1912 ; p. 36, p. 54 et p. 56.

1. Procli Diadochi *Institutio theologica*, cap. CXCI, éd. 1822, pp. 286-287 ; éd. 1855, p. CXI.

2. Procli Diadochi *Institutio theologica*, cap. CXCIX ; éd. 1822, pp. 296-297 ; éd. 1855, p. CXIII.

τικῶς ἐνεργεῖ), et elle possède un mouvement particulier. Or, il est évident que toute chose qui est en mouvement, qui participe du temps et qui est éternelle, use d'un trajet périodique, reprend périodiquement le parcours du même cycle (περιοδικῶς ἀνακυκλεῖται) et se trouve [périodiquement] replacée dans son état initial. Partant, comme toute âme contenue dans le Monde est douée de mouvement et développe son action dans le temps, elle aura des mouvements cycliques et des retours à l'état initial ; car tout cycle parcouru par des êtres éternels est un cycle fermé — Πᾶσα γὰρ περίοδος τῶν ἀιδίων ἀποκαταστατική ἐστι. »

Arrêtons-nous un instant à méditer cette proposition. Elle formule avec une entière précision l'un des principes essentiels de la Sagesse antique, l'un de ceux par lesquels cette Sagesse contredit le plus ouvertement aux doctrines qui dirigent aujourd'hui la Science et la Philosophie.

L'Antiquité ne concevait la perpétuité que sous deux formes.

En premier lieu, elle concevait l'éternité, c'est-à-dire la perpétuité de ce qui ne change pas, de ce qui demeure constant.

En second lieu, elle admettait la perpétuité de ce qui est périodique, de ce qui reprend indéfiniment et de la même manière le parcours du même cycle.

Il ne lui venait pas à la pensée de mettre dans la réalité la perpétuité d'une chose qui varie en tendant vers une limite, en se rapprochant sans cesse de cette limite sans jamais l'atteindre, la perpétuité qui n'a plus pour image le cercle répété une infinité de fois, mais l'hyperbole, toujours plus voisine de son asymptote et jamais confondue avec elle.

Là, nous voyons, avec une parfaite clarté, l'opposition irréductible de cette Philosophie antique à nos doctrines modernes ; à notre Thermodynamique, qui ne permettrait pas au Monde borné des Anciens de repasser deux fois par le même état ; à nos diverses théories de l'évolution qui veulent, en toutes choses, voir une marche progressive vers un certain terme idéal dont ces choses se rapprochent toujours sans y parvenir jamais.

En vérité, entre le temps de Proclus et le nôtre, les idées de l'humanité ont éprouvé, au sujet de la question qui nous occupe, un bien profond changement ; ce changement, nous le verrons, a été, en entier, l'œuvre du Christianisme.

Revenons à la vie périodique des âmes.

Parmi ces âmes, il en est une qui est la première, qui est celle à laquelle on donne communément le nom d'Ame du Monde. Chacun des cycles dont la répétition indéfinie constitue la vie de cette pre-

mière âme a pour durée ce que Proclus, dans son *Institution théologique* [1], nomme le temps total (σύμπας χρόνος). La durée qui mesure la période propre de chacune des âmes inférieures à l'Ame du Monde est un sous-multiple du temps total : « Tout cycle (περίοδος) parcouru par une âme est mesuré par un temps. Mais, tandis que le cycle de chacune des autres âmes est mesuré par un certain temps, le cycle de la première Ame qui soit soumise à la mesure du temps est mesuré par le temps total. Comme tous les mouvements de ces âmes, en effet, comportent succession, il en est de même de leurs cycles périodiques, en sorte que ceux-ci sont mesurés par un temps ; et le temps est cela même qui mesure tous les cycles périodiques des âmes. Si toutes les âmes décrivaient autour des mêmes choses les mêmes cycles périodiques, le temps serait le même pour toutes. Mais comme les retours de ces diverses âmes à l'état initial ne sont pas simultanés, la durée du cycle, celle qui sépare deux retours successifs au même état (χρόνος περιοδικὸς και ἀποκαταστατικός) diffère de l'une à l'autre.

» Il est donc évident que l'Ame qui se trouve, en premier lieu, soumise à la mesure du temps est mesurée par le temps total. En effet, si le temps est la mesure de tout mouvement, l'être qui est mû avant tous les autres participera de la totalité du temps et sera mesuré par la totalité du temps (τὸ πρώτως κινούμενον ἔσται παντὸς τοῦ χρόνου μετέχον, καὶ ὑπὸ παντὸς μεμετρημένον). Car si le temps total ne mesurait pas le premier être qui participe du temps, il ne saurait non plus, pris en son entier, mesurer quoi que ce soit d'autre. De là résulte évidemment que toutes les autres âmes sont mesurées par certaines mesures qui sont des fractions du temps total (μερικώτερα τοῦ σύμπαντος χρόνου μέτρα) ; puisqu'elles ne sont, en effet, que des fractions de la première Ame qui soit soumise à la mesure du temps, leurs cycles ne sauraient s'accorder avec le temps total. Les multiples retours à l'état initial de ces âmes diverses seront des parties aliquotes (μέρη) du cycle unique, de l'unique retour par lequel la première Ame qui participe du temps revient à son état initial. »

Dans cette page de Proclus, nous reconnaissons sans peine la théorie même d'Archytas de Tarente ; en ce temps total, en ce σύμπας χρόνος, qui rythme la vie périodique interne de l'Ame du Monde, qui est commun multiple des périodes de tous les mouvements produits au-dessous de cette Ame, nous retrouvons très exac-

1. Procli Diadochi *Op. laud.*, cap. CC ; éd. 1822, pp. 298-299 ; éd. 1855, pp. CXIII-CXIV.

tement le διάστημα τῆς τοῦ παντὸς φύσεως défini par l'antique Pythagoricien. La doctrine d'Archytas a inspiré Proclus autant et plus encore qu'elle n'a inspiré Plotin, Porphyre et Jamblique ; elle est vraiment la source d'où jaillissent toutes les théories néo-platoniciennes du temps.

« Toute âme dont participent les choses se sert en premier lieu, dit Proclus [1], d'un corps éternel, d'un corps qui possède une substance soustraite à la génération et à la corruption. » Les corps célestes sont les instruments des âmes supérieures ; il est aisé d'en conclure que les durées de révolution des divers corps célestes coïncident avec les périodes de la vie cyclique des âmes qui président aux mouvements de ces corps. Les durées de révolution des divers astres doivent donc être des parties aliquotes du temps total ; le σύμπας χρόνος doit être identique à la Grande Année astronomique ou être un multiple de la Grande Année.

Nous sommes amenés par là à rechercher ce que Proclus enseignait au sujet de la grande Année ; cet enseignement, ce n'est plus l'*Institution théologique* qui nous le révélera, mais le *Commentaire au Timée* ; toutefois, nous ne l'exposerons pas dès maintenant ; il prendra place dans l'exposition de ce que les successeurs d'Aristote ont dit de la Grande Année. Auparavant, nous examinerons une théorie du temps fort différente de celles que nous avons étudiées jusqu'ici. Cette théorie originale a été conçue par Damascius, qui, après la mort de son maître Proclus (485), prit la direction de l'École d'Athènes.

IV

LA THÉORIE DU TEMPS SELON DAMASCIUS ET SIMPLICIUS

La plupart des disciples de Proclus avaient fidèlement gardé, nous dit Simplicius [2], ce que ce maître avait enseigné au sujet du temps ; deux seulement s'en sont éloignés, Asclépiodote, qui fut le plus brillant élève de Proclus, et son condisciple Damascius, qui fut le maître de Simplicius. « Extrêmement laborieux, nous dit Simplicius et, en même temps, animé d'une grande sympa-

1. Procli Diadochi *Op. laud.*, cap. CXCVI, éd. 1822, pp. 292-293 ; éd. 1855, pp. CXII-CXIII.
2. Simplicius, *loc. cit.* ; éd. cit., p. 795.

thie pour Jamblique », Damascius s'écarta en nombre de points de l'enseignement de Proclus ; bientôt, nous aurons à admirer l'originalité et la profondeur de la théorie du lieu qu'il a exposée dans son livre Περὶ ἀριθμοῦ καὶ τόπου καὶ χρόνου ; dans ce même livre, il a développé, au sujet du temps, des considérations qui ne sont pas moins remarquables. Ces réflexions nous ont été, en partie, conservées par Simplicius ; celui-ci, qui partageait plusieurs opinions de son Maître, les a dotées de précieux éclaircissements ; la collaboration de Damascius et de Simplicius nous a valu la théorie du temps que nous allons résumer.

Entre les choses de la Nature, il existe, au gré de Simplicius, trois sortes de distinctions auxquelles correspondent trois mesures ; la distinction qui engendre la multiplicité a le nombre pour mesure ; les différences de position sont mesurées par le lieu ; le temps mesure, entre les choses, une troisième sorte de différence qui correspond aux mots *avant*, *après*. Par le nombre, les êtres numériquement différents ne se confondent pas en un être unique ; « grâce au lieu [1], les diverses parties de corps distants l'un de l'autre ne sont pas réunies ensemble ; de même, grâce au temps, les événements de la guerre de Troie ne sont point mis avec ceux de la guerre du Péloponèse, et l'on ne confond pas l'enfance avec la jeunesse ».

« Le mouvement et le temps, dit encore Damascius [2], sont en un continuel écoulement (ἐν συνεχεῖ ῥοῇ) ; ce ne sont point des êtres dénués de toute existence réelle, mais l'existence qu'ils possèdent consiste dans le devenir (οὐκ ἔστιν ἀνυπόστατα, ἀλλ' ἐν τῷ γίνεσθαι τὸ εἶναι ἔχει) ; or, le devenir ne consiste pas simplement à être, mais à exister, tantôt d'une manière et tantôt d'une autre, en des parties différentes.

» L'éternité est cause qu'au sein de l'Être un qui jouit de cette éternité, quelque chose garde une existence permanente ; et ce quelque chose, c'est la distinction intelligible [entre les idées] émanées du propre fonds de l'Être un. De même, le temps est cause de la marche régulière accomplie, autour de l'Un intelligible, par le rayonnement de l'idée qui émane de cette Intelligence pour se répandre dans le Monde sensible ; il est la cause de la continuité ordonnée qui préside à cette marche. »

Non pas qu'il faille voir dans l'écoulement du temps la cause du changement ; les choses dont l'existence consiste dans le devenir changent d'elles-mêmes ; le temps ne provoque pas ce chan-

1. Simplicius, *loc. cit.*, éd. cit., p. 775.
2. Simplicius, *ibid.*

gement ; il y met seulement l'ordre et la continuité, c'est-à-dire l'unité : « Par lui-même [1], le temps serait plutôt une cause d'immutabilité pour tous les êtres qui, d'eux-mêmes, sortent sans cesse de l'état dans lequel ils se trouvent ; en sorte que le temps est plutôt cause de repos que de mouvement ».

Cette affirmation, Simplicius en fait la remarque, tend à rapprocher le temps de l'éternité ; mais le désir d'accentuer ce rapprochement va se manifester d'une manière plus significative en la doctrine de Damascius. Entre l'éternité, dont l'existence permanente garde la plus immuable unité, et le temps qui s'écoule perpétuellement, qui n'a d'existence qu'en un continuel devenir, le maître de Simplicius va placer un intermédiaire.

Cet intermédiaire, Damascius lui donne parfois le nom de *temps primordial* [2] (χρόνος πρῶτος), déjà employé dans un sens analogue par Plotin et par ses successeurs ; parfois aussi, il l'appelle [3] *temps substantiel* (χρόνος ἐν ὑποστάσει). Comme cet intermédiaire tient à la fois du temps et de l'éternité, certains philosophes, remarque Simplicius [4], l'ont nommé χρόνος et d'autres αἰών. Les Scolastiques chrétiens concevront aussi, au cours du Moyen-Age, un intermédiaire entre le temps (*tempus*) et l'éternité (*æternitas*), et ils le désigneront par le terme d'*ævum ;* empruntons-leur ce mot pour désigner le temps substantiel de Damascius.

La doctrine de Damascius diffère de toutes celles qui l'ont précédée en ce qu'elle soustrait l'*ævum* à l'écoulement perpétuel ; elle ne lui attribue plus ce mode d'existence qui consiste en un continuel devenir ; elle lui confère une existence permanente analogue à celle de l'éternité ; elle affirme [5] « que le temps substantiel existe simultanément en totalité. Τὸ εἶναι ἅμα τὸν ὅλον χρόνον ἐν ὑποστάσει. »

La nouveauté de cette affirmation dut grandement étonner bon nombre de Néo-platoniciens ; jamais, du vivant de Damascius, Simplicius n'en put reconnaître l'exactitude [6] ; il nous rapporte les objections qu'il faisait à son maître et les répliques que celui-ci lui adressait ; ces répliques convainquirent plus tard le Commentateur athénien : « Cet enseignement, déclare-t-il [7], ne me semble plus difficile à admettre ».

1. Simplicius, *ibid.*
2. Simplicius, *loc. cit.*, éd. cit., p. 784.
3. Simplicius, *loc. cit.*, éd. cit., p. 775.
4. Simplicius, *loc. cit.*, éd. cit., p. 779.
5. Simplicius, *loc. cit.*, éd. cit., p. 775.
6. Simplicius, *loc. cit.*, éd. cit., pp. 775-784.
7. Simplicius, *loc. cit.*, éd. cit., p. 784.

Quelles raisons Damascius faisait-il valoir pour convertir son disciple à sa pensée ? Les voici : Si, hors de l'Être unique et de l'Intelligence unique, tous deux éternels, toutes choses ont une existence qui consiste dans le devenir, si tout mouvement est un continuel changement, il n'y aura pas lieu de considérer un temps autre que celui qui, perpétuellement, s'écoule. « Mais s'il y a une génération [1], s'il y a un mouvement dont l'existence ne consiste pas dans le devenir, dans lesquels une partie n'est pas sans cesse suivie d'une partie différente ; si, au contraire, cette génération ou ce mouvement subsiste simultanément en son entier,... on ne pourra considérer cette génération ni ce mouvement, comme notre maître Damascius nous l'a souvent exposé, sans s'efforcer de voir également un temps qui, pris ensemble et tout entier, soit propre à mesurer un tel mouvement, à mesurer l'existence de ce qui est simultanément. » Or, il y a des choses engendrées et dont l'existence, cependant, n'est point dans le devenir, qui sont tout entières à la fois et d'une manière permanente ; telle l'essence de l'Ame universelle, telle la substance céleste. Il faut donc admettre que le temps substantiel, que l'*ævum* jouit, lui aussi, de l'existence permanente, qu'il existe simultanément tout entier.

C'est du reste, ce qu'écrivait Damascius [2] : « La Nature produira l'existence du Monde physique, et l'Ame la produira avant la Nature ; c'est donc la Nature, qui a fabriqué les corps [célestes] éternels, qui a fabriqué le temps perpétuellement coulant, le temps sorti d'elle pour se répandre en ces corps ; comment ne serait-elle pas éternelle et remplie de raisons éternelles ? Par conséquent, cette raison éternelle du temps qui réside au sein de la Nature doit être un temps qui soit toujours présent en son entier et dont le tout ne fasse qu'un (σύμπας). De même, la raison primordiale du temps qui réside en l'Ame constituera un temps qui, toujours, restera numériquement le même. Ainsi dans l'Ame immuable, dans la Nature également immuable, le temps se retrouvera comme condensé dans la totalité de l'idée du temps ; ce temps, dont le tout ne fait qu'un (σύμπας), a une existence permanente et perpétuelle, il ne s'écoule nullement, il contient en une même unité le passé et le futur avec le *maintenant* (τὸ νῦν), que nous nommons le temps présent (ἐνεστὼς χρόνος) ; tandis que le présent indivisible partage le temps qui s'écoule en trois parties, de quelque manière que l'on pratique cette division ».

Nous n'insisterons pas sur les développements que Simplicius

1. Simplicius, *loc. cit.*, éd. cit., p. 778.
2. Simplicius, *loc. cit.*, éd. cit., p. 780.

a donnés à cette partie de la doctrine de son maître ; nous nous bornerons à rapporter une comparaison qu'il indique[1] entre la théorie du temps et celle du lieu. Damascius et Simplicius ont distingué deux sortes de lieux : le lieu naturel ou essentiel (ὁ τόπος οὐσιώδης) qui est, pour chaque corps, invariable et immobile, et la position adventice, la θέσις qui varie incessamment lorsque le corps se meut ; le lieu de seconde espèce, la θέσις, est celui que le mouvement nous manifeste immédiatement ; seul, le raisonnement nous permet de découvrir et de déterminer le lieu essentiel. De même, ils distinguent deux sortes de temps ; l'un mesure le mouvement essentiel de l'Ame (ἡ οὐσιώδη κίνησις) ; l'autre mesure l'activité extérieure de cette même Ame ; le premier est doué de l'existence permanente, tandis que le dernier ne subsiste qu'en un perpétuel écoulement ; or, c'est ce dernier temps qui nous est immédiatement connu par tous les mouvements, par tous les changements ; le premier, indirectement accessible au raisonnement, est beaucoup plus difficile à connaître ; Aristote l'a ignoré.

Nous avons vu de quelle manière le temps subsistait au sein de l'Ame universelle ; soustraite à tout changement, douée d'une existence permanente et non d'un perpétuel devenir, l'Ame ne peut contenir le temps, sinon sous forme d'une raison qui, elle aussi, existe à la fois tout entière, et qui réunit, en sa permanente unité, la totalité du temps, le passé, le présent et l'avenir ; dans l'Ame universelle, le temps qui s'écoule perpétuellement n'a pas de place.

Intermédiaire entre les êtres qui sont d'une manière permanente et les êtres dont l'existence consiste en un perpétuel devenir, notre intelligence n'est apte à saisir d'une manière adéquate ni l'*ævum* qui existe tout entier à la fois au sein de l'Ame du Monde et de la Nature universelle, ni le temps qui s'écoule continuellement dans le domaine des choses perpétuellement changeantes ; elle saisit le temps sous une forme qui tient à la fois de ces deux-là et qui porte la marque de sa nature mixte.

Dans le temps qui s'écoule sans cesse, elle découpe des parties d'une certaine durée ; puis elle réunit en une notion unique tout ce que contient chacune de ces parties ; la notion ainsi formée par la condensation d'une certaine durée de temps coulant ne porte plus trace du flux de ce temps ; elle se présente comme une chose douée d'existence permanente. Ainsi, au temps qui s'écoule

1. SIMPLICII *Op. laud.*, lib. IV, corollarium de loco, éd. cit., pp. 638-639.

sans cesse d'une manière continue, notre pensée substitue une série formée d'un certain nombre de notions discontinues, dont chacune apparaît comme fixe. Il en est de même, d'ailleurs, de tout mouvement, de tout changement ; le perpétuel devenir qu'est la réalité se transforme, dans notre esprit, en une suite d'idées dont chacune jouit d'une existence permanente et qui ne se soudent pas l'une à l'autre d'une manière continue ; chacune de ces idées a été formée en réunissant dans une seule notion et en fixant tout ce qui, dans la réalité, s'écoulait pendant un certain laps de temps.

Telle est la doctrine profonde que Damascius et son disciple Simplicius exposent en des termes que nous allons reproduire [1].

« ... Pour le lieu, dont les diverses parties ont une existence permanente, on peut, ce me semble, dit Simplicius, considérer une collection de parties coexistantes. Mais pour les choses dont l'existence consiste dans le devenir, il n'est pas possible de prendre un ensemble qui réunisse diverses parties, si ce n'est par l'opération de notre propre mode de connaissance. Cette réunion, en effet, il faut nécessairement la prendre, non point comme une chose qui s'écoule, mais comme une chose présente, non point comme une chose qui devient, mais comme une chose qui est. Or, y a-t-il quoi que ce soit de tel en ce qui n'a d'existence que dans le devenir? Mais en cette question, il vaut mieux que nous accordions notre attention au philosophe Damascius et aux enseignements mêmes qui nous viennent de lui : « Un être, dit-il, qui » n'est jamais réuni en quelque chose d'un, qui existe seulement » dans le devenir, voilà ce qu'est un temps ; tels sont, par exem- » ple, un jour, une nuit, un mois, une année. Aucun de ces temps » n'existe ramassé en un seul tout. Un combat non plus n'existe » pas en cet état condensé ; alors même que ce combat est pré- » sent, il s'est déroulé cependant par parties successives. Une » danse n'existe pas davantage ainsi réunie ; car, elle aussi, elle » s'exécute par parties successives ; toutefois, on dit de même » que l'on danse la danse présente. Ainsi encore le temps, en son » ensemble, arrive au fur et à mesure qu'il est engendré ; il » n'existe pas en sa totalité. Nous devons dire, en effet, des idées » éternelles communes qu'elles sont choses toujours engendrées ; » considérées au point de vue numérique, elles s'écoulent ; con- » sidérées au point de vue spécifique, elles demeurent fixes. Nous » devons sauver la continuité spécifique, bien qu'elle se trouve

1. SIMPLICII *Op. laud.*, lib. IV. Corollarium de tempore. Ed. cit., pp. 797-799.

» divisée en trois parties d'une manière qui nous est relative et » qui se rapporte au temps présent à chacun de nous ; le temps » présent de l'un diffère donc du temps présent de l'autre, tandis » que par lui-même, le temps est unique et continu.

« Cela bien expliqué, nous devons ajouter que la division du » temps existe seulement en puissance, et que l'instant présent » indivisible, lui aussi, n'est qu'en puissance ; c'est notre intelli- » gence seule qui effectue cette division, c'est elle qui crée cet » instant présent à titre de terme et qui en fait l'indivisibilité. » C'est elle qui prend et réunit en un seul tout, qu'elle regarde » comme présent et qu'elle définit en une idée unique [1], une cer- » taine mesure de temps, telle qu'un jour, un mois ou une année ; » sans doute, la substance d'une telle idée a une existence qui » dure pendant une certaine partie plus ou moins longue du » temps, mais l'existence qu'elle possède consiste dans un deve- » nir ; si l'on voulait qu'une telle idée, ainsi formée par réunion, » fût fixée, on ne la considérerait plus comme étant dans le deve- » nir, comme prenant part à l'écoulement du temps, mais comme » une chose séparée et détachée. C'est de cette façon qu'existe un » fleuve, qu'existe le fleuve que voici ; toute forme de fleuve, en » effet, est une forme qui demeure fixe ; de cette forme, le fleuve » coulant tire son existence, car il reçoit cette forme dans une » matière qui s'écoule sans cesse ; si vous arrêtiez le fleuve, le » fleuve n'existerait plus. De même, considérés au point de vue » spécifique, le passé, le présent et le futur se trouvent compris » ensemble dans l'idée unique du temps, mais ils se déroulent » dans le devenir ; ce qui, sans cesse, parvient à l'existence, se » nomme présent ; ce qui a cessé d'être s'appelle passé ; ce qui » n'est pas encore est dit futur. Le temps, considéré dans son » ensemble, s'écoule continuellement, et il en est de même du » mouvement ; en l'un comme en l'autre, lorsqu'on détache un » présent auquel on attribue l'existence actuelle, lorsqu'on » ramasse en un seul tout et lorsqu'on fige une portion détermi- » née de l'un ou de l'autre, on détruit aussi bien l'espèce du temps » que celle du mouvement, car cette idée n'a d'existence que dans » le devenir. Toute la difficulté semble provenir de ce que l'âme » tend à connaître toutes choses sous forme d'idées qui soient fixées » en elle. Elle fixe donc même le mouvement, en cherchant à le » connaître sous forme idéale, et non point à le connaître selon » l'écoulement qui est propre à la nature [de ce mouvement].

1. Le texte porte : οὐ καθ' ἓν εἶδος ἀφορίζοντας ; οὐ doit évidemment être supprimé.

» Ainsi pratique-t-elle des divisions jusqu'au sein de l'Unité » intelligible, parce qu'il lui est impossible d'en comprendre » simultanément l'universalité ; elle en considère donc d'une part » la justice, d'autre part la tempérance, d'un troisième côté la » science ; et cependant, chacune de ces trois vertus n'existe que » par le tout. De même, lorsqu'elle veut démontrer que l'âme est » immortelle, elle pose trois notions séparément définies, l'âme, » le pouvoir de se mouvoir soi-même, l'immortalité, et cependant, » c'est l'âme unique qui possède à la fois, en elle- même, ces trois » caractères d'être âme, de se mouvoir elle-même et d'être » immortelle.

» C'est de la sorte qu'elle se comporte à l'égard des êtres intel- » ligibles et des êtres qui possèdent une unité ; en elle-même, elle » pratique des distinctions au sein de leur unité ; puis elle sup- » pose que ces choses sont, en réalité, conformes à une certaine » notion qu'elle possède de chacune d'elles. De même, semble- » t-il, grâce à la fixité des idées qui subsistent en elle, elle tend à » figer le fleuve des choses soumises à la génération ; elle déli- » mite une certaine durée et la réunit en un seul tout pour en » faire le présent, puis, à l'aide de ce présent, elle circonscrit et » distingue les unes des autres les trois parties du temps.

» Notre intelligence est intermédiaire par son essence entre » les choses qui sont sans cesse engendrées et les choses qui » existent d'une manière permanente ; elle s'efforce donc de con- » naître les unes et les autres conformément à sa propre nature ; » dans celles-ci, elle introduit des distinctions qui les trans- » forment en des choses moins parfaites, mais dont la nature est » plus voisine de la sienne ; celles-là, elle les condense en quel- » que chose de supérieur à ce qui s'engendre sans cesse, mais de » plus accessible à sa propre connaissance. C'est ainsi que pour » connaître le jour, le mois ou l'année, elle circonscrit chacune » de ces durées, la détache de la totalité du temps qui s'écoule » sans cesse, et la comprend simultanément en une idée unique. »

Après avoir décrit de la sorte le disparate qui sépare le temps formé d'idées condensées, statiques et discontinues, tel que notre intelligence le saisit, du temps réel qui s'écoule perpétuellement en un devenir continu, Damascius applique à la solution de quelques difficultés les principes qu'il vient de poser.

Ces corollaires, nous ne les exposerons pas ; la page que nous venons de citer suffira à faire connaître la pensée du maître de Simplicius.

Cette pensée est une des dernières venues parmi toutes celles

que la pensée hellénique a produites ; il ne nous semble pas qu'elle soit une des plus méprisables. Avec une grande netteté, elle a su distinguer entre les réalités permanentes qui subsistent, et les réalités fluentes, comme le temps et le mouvement, qui sont en perpétuel devenir ; elle a reconnu la nécessité où se trouve notre intelligence de ne concevoir les choses que sous forme d'idées fixées, partant, l'incapacité où elle est de saisir les réalités fluentes à moins de les morceler et de figer chaque fragment, ce qui en fait disparaître l'essentiel écoulement. Au XIVe siècle d'abord, à notre époque ensuite, cette pensée se trouvera reprise par les philosophes désireux d'éclaircir les notions de temps et de mouvement. Au XIVe siècle, Duns Scot commencera à ramener l'attention de ses contemporains sur le temps et le mouvement considérés comme des *formes fluentes*, et sous la plume d'un de ses plus brillants disciples, de Jean de Bassols, nous retrouverons des pensées toutes semblables à celles de Damascius. D'autre part, quelques-unes des pages écrites par le maître de Simplicius ne surprendraient aucunement si on les rencontrait dans quelque livre de M. Bergson.

V

LA THÉORIE DU TEMPS SELON LA **Théologie d'Aristote**

Damascius avait eu quelque peine à convaincre Simplicius de l'existence d'un temps premier et substantiel, exempt de l'écoulement, du perpétuel devenir qui caractérise le temps propre aux choses d'ici-bas. Nous allons rencontrer, cependant, un autre adepte de cette doctrine.

Nous avons vu que Plotin et Porphyre, plaçant le temps, dans la hiérarchie des choses divines, plus haut que ne l'avait mis Archytas de Tarente, l'avaient fait résider dans la vie même de l'Ame. Enchérissant sur Plotin et Porphyre, Jamblique avait fait du temps un principe ordonnateur distinct de l'Ame, et supérieur à l'Ame. Proclus lui avait assigné un grade encore plus élevé. Il s'est trouvé un philosophe néo-platonicien pour faire redescendre au temps les degrés que, peu-à-peu, on lui avait fait gravir, et pour le ramener au rang qu'Archytas lui avait assigné.

Cet auteur est, sans doute, un des derniers représentants de la pensée hellène. Son nom nous est inconnu. Son œuvre, qu'une version arabe nous a seule conservée, porte le titre apocryphe de *Théologie d'Aristote*.

Plus tard, l'étude de la *Théologie d'Aristote* [1] nous retiendra longuement, alors que nous rechercherons les sources du Néoplatonisme arabe. Pour le moment, nous nous arrêterons seulement aux courts passages où cette *Théologie* parle du temps.

Nous l'entendrons, tout d'abord, affirmer nettement [2] que « le temps est inférieur à l'Ame, à l'Intelligence et aux autres substances simples qui causent le temps ».

Cette affirmation se trouve confirmée par d'autres passages tels que ceux-ci :

« Les corps célestes [3] et les étoiles subissent hors du temps (*sine tempore*) l'action de la Cause première..... L'Ame a l'Intelligence pour terme supérieur ; pour terme inférieur, elle a la Nature et la Matière première ; toutes ces choses pâtissent hors du temps. »

Or, « voulez-vous savoir [4] si un patient pâtit dans le temps ? Examinez si l'agent auquel il est soumis agit dans le temps. D'un agent qui agit dans le temps, en effet, le patient pâtit dans le temps ; d'un agent qui agit en un instant (*momentum*), le patient pâtit en un instant. »

Nous voyons par là que toutes les substances supérieures à la Nature agissent hors du temps ; en descendant la hiérarchie des substances, c'est seulement lorsque nous quittons l'ordre des substances proprement divines pour atteindre les degrés où résident la Nature et les corps du Ciel, que nous rencontrons le temps.

« Il y a [5] des choses perpétuelles et immobiles ; telle est l'Intelligence. Il y a des choses soumises au temps et mobiles ; tel est le

1. Au sujet de cet ouvrage et de ses doctrines, v. F. RAVAISSON, *Essai sur la Métaphysique d'Aristote*, Partie IV, liv. III, ch. III, pp. 542 sqq.

2. *Sapientissimi Philosophi* ARISTOTELIS STAGIRITAE. *Theologia sive mistica Phylosophia Secundum Aegyptios noviter Reperta et in Latinum Castigatissime redacta. Cum Privilegio.* Colophon : Excussum in Alma Vrbium principe Roma apud Iacobum Mazochium Romanæ Academiæ Bibliopolam. Anno Incarnationis Dominicæ M.D.XIX. kl. Iunii. Pont. Sanct. D. N. D. Leonis X. Pont. Max. Anno eius Septimo. Lib. IV, cap. III, fol. 19, v° et fol. 20, r°. — *Libri quatuordecim qui* ARISTOTELIS *esse dicuntur, de secretione parte divinæ sapientiæ secundum Ægyptios. Qui si illius sunt, eiusdem metaphysica verè continent, cum Platonicis magna ex parte convenientia. Opus nunquam Lutetiæ editum, ante annos quinquaginta ex lingua Arabica in Latinam malè conversum : nunc vero de integro recognitum et illustratum scholiis, quibus huius capita singula, cum Platonica doctrina sedulo conferuntur. Per* IACOBUM CARPENTARIUM, *Claromontanum Bellovacum.* Parisiis, Ex officina Iacobi du Puys, è regione collegij Cameracensis, sub insigni Samaritanæ. 1572. Ex Privilegio Regis Lib. IV, cap. III, fol. 33, v°.

3. ARISTOTELIS *Theologia*, Lib. VII, cap. VII ; éd. 1519, fol. 34, v° et fol. 35 (marqué 37) r° ; éd. 1572, fol. 60, v°, et fol. 61, r°.

4. ARISTOTELIS *Theologia*, Lib. I, cap. VII ; éd. 1519, fol. 5, r° ; éd. 1572, fol. 8, r°.

5. ARISTOTELIS *Theologia*, Lib. VII, cap. VII ; éd. 1519, fol. 34, v°, et fol. 35 (marqué 37), r° ; éd. 1572, fol. 61, r°.

Ciel..... Le temps est conjoint au mouvement ; une nature perpétuelle, au contraire, est propre à l'immobilité. »

Et cependant, même dans le Monde intelligible, dans ce Monde où toute action et toute passion sont soustraites à la mesure du temps, la *Théologie d'Aristote* admet l'existence de certains mouvements. En effet, tout aussitôt après le passage que nous venons de rapporter, elle poursuit en ces termes : « Au sein de l'Orbe spirituel, l'Intelligence et l'Ame se meuvent vers le premier Auteur ».

Si les mouvements du Monde intelligible ne sont pas mesurés par le temps, c'est que, dans ces mouvements-là, il n'y a pas de succession ; de tels mouvements, exempts de succession, la *Théologie d'Aristote*, dans un autre passage [1], affirme l'existence au sein du Monde intelligible :

« Peut-être demandera-t-on si les âmes des étoiles se souviennent qu'elles ont vu toute la terre au cours du jour passé ou du mois passé ou de l'année passée, si elles connaissent qu'elles ont vécu durant ce temps passé. Si elles ne le connaissent pas, en effet, c'est assurément qu'elles sont privées de mémoire.

» Nous répondrons : Les âmes des étoiles connaissent éternellement qu'elles font le tour de la terre, connaissent éternellement qu'elles vivent. Mais ce qui est perpétuel et invariable ne se déplace pas d'un lieu dans un autre ; le jour passé, le mois passé, les autres temps analogues marquent le terme de quelque chose que l'on a quitté (*sunt termini recessionis*) ; aussi un être permanent (*ens firmum*) n'est-il pas aujourd'hui autrement qu'il n'était hier ; il est toujours le même. C'est l'âme humaine qui, au moyen du mouvement, constitue le jour passé, le mois passé, l'année passée. Comme un homme qui marque ses pas en posant toujours un même pied sur diverses parties du sol, ainsi le mouvement d'un astre, qui est un pour l'âme de cet astre, est divisé par nous en parties multiples..... De même encore en est-il d'une goutte d'eau qui tombe ; notre œil nous montre qu'elle est toujours la même pendant toute la durée de sa descente ; à celui qui la regarde, cependant, elle apparaît d'abord en haut, puis à mi-hauteur, puis en bas. Ainsi le passé, le présent et le futur sont-ils distingués les uns des autres, par nous et pour ce qui nous concerne, au moyen de la succession et de la suite des mouvements inférieurs, à l'aide de parties dont les unes viennent après les autres. Mais dans le Monde intelligible (*In mundo celesti*), il y a un jour unique..... Et cependant, les dimensions des orbes sont diverses et les parties

1. ARISTOTELIS *Theologia*, lib. IX, cap. VI ; éd. 1519, fol. 44, v°, et fol. 45, r° ; éd. 1572, fol. 76, v°, et fol. 77, r°.

n'en sont point semblables ; le cercle du zodiaque, [par exemple], y est différent des autres cercles. Mais lorsque l'âme d'une étoile [errante] se trouve en un certain signe, elle ne s'en détache pas pour se transporter dans un autre signe ; dans cette âme, en effet, existe une substance immuable (*fixa*) qui ne peut passer d'un lieu à un autre, à moins que l'orbe qui la supporte et l'entoure ne la transporte avec lui. Les étoiles, d'ailleurs, ne sont pas toutes dans une même sphère, en sorte que leurs mouvements sont différents. »

Ce curieux passage suggère plus d'une réflexion.

En premier lieu, nous y voyons l'affirmation qu'au sein du Monde intelligible, du Monde des âmes et des substances permanentes, il y a des mouvements, que ces mouvements diffèrent les uns des autres et qu'ils sont, cependant, exempts de tout changement et de toute succession.

En second lieu, nous y voyons que les mouvements des astres du Monde intelligible, que les mouvements des âmes des astres sont identiques à des rotations d'orbes rigides qui tournent sur eux-mêmes en entraînant l'étoile qu'ils portent, à ces rotations auxquelles les astronomes ont ramené les mouvements des astres visibles. L'auteur de la *Théologie d'Aristote*, donc, pense que les mouvements considérés par les théories astronomiques sont ceux mêmes qu'ont, au sein du Monde des idées, les astres intelligibles. Cette pensée est bien conforme à la tradition de Platon.

Comme ces mouvements sont des rotations uniformes que des sphères accomplissent sur place, il lui semble permis de les regarder comme des mouvements où il n'y a pas de parties distinctes, comme des mouvements exempts de succession, en un mot, comme des mouvements qui s'accomplissent hors du temps.

Qu'il y ait, dans le Monde des substances divines, des mouvements exempts de succession, des mouvements, donc, qui ne peuvent être mesurés par le temps successif propre aux changements du Monde sensible, c'est une des pensées chères à Damascius ; c'est pour mesurer de tels mouvements qu'il conçoit ce qu'il appelle le temps premier ou substantiel.

En outre, comme Damascius, la *Théologie d'Aristote*, attribue à l'intelligence humaine le morcelage qui découpe en durées successives un temps absolument continu ; pour la *Théologie* comme pour Damascius, c'est notre âme qui substitue à la chute indivise d'une goutte d'eau les idées statiques des positions successives de cette goutte.

La doctrine que Damascius professe au sujet du temps apparaît ainsi comme un développement plus ample et plus clair des pen-

sées émises par l'auteur de la *Théologie*. Il semble bien que l'un des deux auteurs se soit inspiré de l'autre. Or Simplicius insiste sur la très grande originalité de la théorie du temps exposée par son maître. Il est donc vraisemblable que celui-ci a précédé et inspiré l'auteur de la *Théologie*.

VI

LA GRANDE ANNÉE CHEZ LES GRECS ET LES LATINS, APRÈS ARISTOTE

A. — LES STOÏCIENS.

Les théories néo-platoniciennes du temps semblent continuer une tradition à l'origine de laquelle se trouve l'enseignement d'Archytas de Tarente ; cet enseignement, à son tour, rattache l'existence même du temps à la vie périodique de l'Univers et à la Grande Année qui rythme cette vie. Si nous voulons donc acquérir une idée complète de ce qu'était dans la Philosophie antique, après Aristote, la théorie du temps, il nous faut enquérir de la croyance en la périodicité de l'Univers, de l'hypothèse de la Grande Année.

Nous savons[1] combien cette croyance et cette hypothèse avaient été, d'une manière presque universelle, répandues chez les Hellènes, avant Aristote ; Jean Stobée, Censorin, le Pseudo-Plutarque, Simplicius nous ont appris qu'elles jouaient un rôle essentiel dans les doctrines d'Héraclite et d'Empédocle ; nous les avons vues, dans l'École pythagoricienne, fournir à Archytas l'unité absolue du temps ; nous avons entendu Platon, dans la *République* comme au *Timée*, faire allusion aux embrasements et aux déluges qui désolent alternativement le Monde, à la durée qui sépare les uns des autres ces cataclysmes périodiques et mesure l'Année parfaite, le Nombre parfait du temps.

Alors survient Aristote, qui rattache logiquement ces croyances à son système rationnel de Physique[2] ; la primauté du mouvement local sur tous les autres mouvements soumet aux circulations célestes toutes les transformations de la sphère sujette à la génération et à la corruption ; la vie du Monde sublunaire est, tout entière, une vie périodique, et sa période est le plus petit multiple commun des périodes de toutes les révolutions célestes.

1. *Vide supra*, pp. 66-85.
2. *Vide supra*, pp. 162-169.

A la mort d'Aristote, donc, les diverses écoles philosophiques de l'Hellade s'accordaient presque toutes pour recommander aux physiciens la croyance en un Monde éternel qui, à des intervalles de temps rigoureusement constants, reprend une infinité de fois les mêmes états.

Vers le même temps, les influences venues de l'étranger orientaient la pensée grecque dans la même direction. Bérose révélait aux Hellènes les dogmes astrologiques des Chaldéens ; il leur apprenait [1] que « le globe prendra feu quand tous les astres, qui ont maintenant des cours si divers, se réuniront dans le Cancer, et se placeront de telle sorte les uns sous les autres qu'une ligne droite pourrait traverser tous leurs centres ; que le déluge aura lieu quand tous ces astres seront rassemblés de même sous le Capricorne ». Ainsi l'enseignement des astrologues chaldéens venait renforcer la tradition des physiologues grecs.

En ce concours d'influences, toutes de même sens, naquit une nouvelle école philosophique qui allait jouir d'une longue fortune, l'École du Portique. Faut-il nous étonner si la périodicité de l'Univers, rythmée par la Grande Année, si l'embrasement général qui doit inaugurer chaque Grand Été, si le déluge universel qui marque le début de chaque Grand Hiver ont été communément reçus comme des dogmes par les Stoïciens ?

Déjà Simplicius, toutes les fois qu'il nous a rapporté les croyances d'Héraclite et d'Empédocle au sujet de la Grande Année, a eu soin d'ajouter [2] que les Stoïciens avaient, plus tard, adopté ces croyances; d'autres témoignages, et plus détaillés, vont confirmer et compléter celui de Simplicius.

Un grammairien stoïcien du nom d'Arius Didyme, qui écrivait au temps d'Auguste, avait composé un *Epitome physicæ* qui est aujourd'hui perdu, mais dont maint fragment a passé dans les écrits de divers compilateurs. C'est ainsi que Jean Stobée et, surtout, Eusèbe nous ont conservé ce qu'Arius Didyme rapportait des enseignements de Zénon de Citium, de Cléanthe et de Chrysippe au sujet de la Grande Année [3].

1. Sénèque, *Questions naturelles*, livre III, ch. XXIX.
2. *Vide supra*, p. 71, p. 74 et p. 75.
3. Arii Didymi *Epitome physicæ fragmenta*. Edidit Hermannus Diels, frgm. 36-37. — Joannis Stobæi *Eclogarum physicarum et ethicarum libri duo* ; lib. I, cap. XX ; éd. Meineke, Lipsiæ, 1870, p. 115. — *Stoicorum veterum fragmenta collegit* Ioannes ab Arnim. Vol. I : Zeno *et* Zenonis discipuli, n° 107, p. 32, et n° 512, p. 114 ; Lipsiæ, MCMV. Vol. II : Chrysippi *fragmenta logica et physica*, n° 596 et n° 599, pp. 183-185. Lipsiæ, MCMIII. — Eusebii *Præparatio evangelica*, lib. XV, cap. XVIII, artt. 1-3, et cap. XIX, art. 1.

Citons quelques extraits de la *Préparation évangélique* d'Eusèbe :

« Voici ce qu'enseignent les Stoïciens au sujet de l'embrasement (ἐκπύρωσις) du Monde : Les plus anciens partisans de cette secte ont pensé que toutes choses, au bout de certaines périodes extrêmement longues, étaient éthérifiées, qu'elles se dissociaient toutes en un feu semblable à l'éther.....

» Il est évident, d'après cela, que Chrysippe n'a pas considéré cette dispersion comme atteignant l'existence même [du Monde], car cela est impossible, mais comme jouant le rôle de transformation (μεταβολή) ; car ceux qui enseignent cette dissociation de l'Univers à l'état de feu, qu'ils nomment embrasement (ἐκπύρωσις), n'admettent pas que cette destruction du Monde, qui se reproduit après de très longues périodes, soit, à proprement parler, une destruction ; ils usent de l'expression : destruction (φθορά) dans le sens de transformation naturelle. Il a plu, en effet, aux philosophes stoïciens que l'Univers se transformât en feu, comme en sa semence (σπέρμα), puis que, de ce feu, se produisît, de nouveau, une disposition toute semblable à celle qui existait auparavant. Ce dogme, les principaux philosophes de la secte et les plus anciens, Zénon, Cléanthe et Chrysippe l'admettaient. On dit, en effet, que Zénon [de Tarse], qui fut le disciple de ce dernier et son successeur à la tête de l'École stoïcienne, insistait sur l'embrasement de l'Univers.....

» La raison commune reparaît alors pour recommencer la même marche (ἐπὶ τοσοῦτον) ; la commune nature, devenue plus ample et plus pleine, desséchant enfin toutes choses, et les reprenant en elle-même, est engendrée à la pleine existence ; elle reprend son cours selon la règle qu'elle avait une première fois suivie ; elle recommence cette restauration (ἀνάστασις) qui accomplit la très Grande Année ; suivant cette Grande Année, en effet, se produit ce renouvellement (ἀποκατάστασις) [du Monde] qui part d'un certain état et revient, de nouveau, au même état. La nature recommence, dans l'ordre suivant lequel elle s'était, une première fois, disposée d'une manière semblable, à accomplir de nouveau, selon la même loi, la même suite d'événements ; et depuis une éternité, les mêmes cycles périodiques se reproduisent sans cesse. »

Que cette doctrine, enseignée par Zénon de Citium, par Cléanthe, par Chrysippe, ait été généralement reçue des Stoïciens, nous le savons par d'autres témoignages.

« Ils disent, écrit Aëtius [1], que l'organisation [de l'Univers]

1. Aëtii *Placita*, lib. II, cap. IV ; J. von Arnim, *Op. laud.*, n° 597, vol. II, p. 184.

subsiste éternellement, qu'il existe certains temps périodiques au terme desquels les mêmes choses sont toutes engendrées de nouveau et de la même manière, au bout desquels la même disposition et la même organisation du Monde se retrouveront saines et sauves. »

Mais une question se présente, à laquelle il est souhaitable de donner une réponse précise. Lorsqu'au commencement d'une Grande Année, on voit reparaître des choses toutes semblables à celles qui sont nées au commencement de la Grande Année précédente, doit-on penser que ces choses semblables sont numériquement identiques les unes aux autres ? Doit-on croire seulement qu'elles sont de même espèce ? Empédocle, paraît-il, était de cette opinion-ci ; Platon, assurément, de celle-là. Les Stoïciens avaient-ils adopté le parti d'Empédocle ou le parti de Platon ?

Cette question fut, sans doute vivement agitée par l'École du Portique ; Plutarque nous montre[1] les Stoïciens préoccupés de la résoudre : « Comment la Providence, comment le Destin demeurent-ils uniques ? Comment, dans ces mondes multiples qui se succèdent, n'y aura-t-il pas plusieurs Dion et plusieurs Zénon ? S'il est absurde, en effet qu'il existe plusieurs Dion et plusieurs Zénon, combien plus absurde, à coup sûr, serait l'existence de plusieurs Providences et de plusieurs Destins. » Il ajoute ceci, par quoi nous apprenons que les Stoïciens n'exemptaient de la palingénésie ni les astres ni les dieux : « Dans ces périodes, en nombre infini, suivant lesquelles se succèdent les mondes, ils font une infinité de Soleils, de Lunes, d'Apollon, d'Artémise et de Bacchus. »

Simplicius nous apprend, lui aussi, que ce problème préoccupait les Stoïciens : « Cette question, dit-il[2], vient bien à propos de la palingénésie (παλιγγενεσία) des Stoïciens. Ceux-ci disent, en effet, que, par la palingénésie, renaîtra un homme qui est le même que moi ; aussi se demandent-ils fort justement si je serai alors numériquement le même que maintenant, si je serai le même par identité essentielle (διὰ τὸ τῇ οὐσίᾳ εἶναι ὁ αὐτός), ou bien si je serai différent par le fait de mon insertion dans un Univers autre que celui-ci. »

Comment les Stoïciens répondaient-ils à cette question ?

1. Plutarchus, *De defectu oraculorum* cap. XXIX ; J. von Arnim, *Op. laud.*, n° 632, vol. II, p. 191.

2. Simplicii *In Aristotelis Physicorum libros quattuor posteriores commentaria*. Edidit Hermannus Diels ; Berolini, 1895. In Aristotelis lib. V, cap. IV ; p. 886. — J. von Arnim, *Op. laud.*, n° 627, vol. II, pp. 190-191.

Il semble bien que les premiers maîtres de l'École du Portique, que la plupart de leurs disciples, crussent, comme Platon, à l'identité numérique entre les êtres régénérés et les êtres qui avaient précédemment existé ; comme Platon, ils pensaient que les mêmes âmes reprendraient, un jour, possession des mêmes corps. Au second siècle de notre ère, Tatien, qui fut chrétien, puis gnostique, écrivait [1] : « Zénon déclare qu'après l'embrasement, les mêmes hommes s'adonneront aux mêmes besognes, je veux dire qu'Anytus et Melitus feront encore des réquisitoires, que Bousiris recommencera à tuer ses hôtes, qu'Hercule, de nouveau, exécutera des travaux athléliques. »

« Selon eux, dit Alexandre d'Aphrodisias [2], il faut vraiment qu'après la mort de Dion, advienne, à un certain moment, la séparation de l'âme et du corps de celui que désigne le nom de Dion ; ils pensent, en effet, qu'après l'embrasement, toutes choses seront, dans le monde, engendrées de nouveau, et numériquement les mêmes, en sorte que tel homme en particulier (ὁ ἰδίως ποιός) [3] sera, derechef, le même qu'auparavant, et naîtra ainsi en ce nouveau monde. C'est ce que dit Chrysippe en ses livres Περὶ Κόσμου.....

» Ils disent encore que les hommes particuliers qui sont engendrés ultérieurement ne sont affectés, par rapport à ceux qui avaient existé auparavant, que de différences atteignant seulement certains des accidents extrinsèques ; telles sont les différences capables, durant sa vie, d'affecter Dion, qui n'en demeure pas moins le même, car elles n'en font point un autre homme ; qu'il ait, tout d'abord, par exemple, des verrues sur le visage et qu'ensuite il n'en ait plus, cela ne le rend point un autre homme ; ce sont des différences de cette sorte qui se produisent, disent-ils, entre les hommes particuliers d'un monde et ceux d'un autre monde. »

Ces renseignements sont précieux ; fournis par un homme qui fut interprète particulièrement pénétrant de la pensée des philosophes, ils sont d'une entière précision ; en outre, ils ont été puisés aux écrits mêmes de Chrysippe.

1. TATIANUS *Adversus Græcos*, cap. V; J. VON ARNIM, *Op. laud.*, n° 109, vol. I, p. 32.

2. ALEXANDRI APHRODISIENSIS *Commentaria in Aristotelis analytica priora*, I, 1 (ALEXANDRI *In Aristotelis analyticorum priorum librum I commentarium.* Edidit Maximilianus Wallies, Berolini, 1883; p. 180) — J. VON ARNIM, *Op. laud.*, n° 624, vol. II, pp. 189-190.

3. Sur la théorie du τὸ ἰδίως ποιόν, qui est, selon Chrysippe, ce qui caractérise chaque être d'une manière permanente, voir : ÉMILE BRÉHIER, *Chrysippe*; Paris, 1910, pp. 111-112.

Les renseignements qu'Alexandre nous a fournis sont confirmés par un texte où la doctrine des Stoïciens est résumée d'une manière très claire et très complète ; ce texte est d'un néo-platonicien chrétien, Némésius, qui vivait à la fin du IVe siècle et au commencement du Ve siècle, et qui fut évêque d'Émèse, en Syrie. Némésius est l'auteur d'un traité intitulé : *De l'homme*, Περὶ ἀνθρωπου. Sous ce titre : *Philosophiæ libri octo*, la traduction de cet écrit fut longtemps insérée dans les éditions latines des œuvres de saint Grégoire de Nysse, et regardée comme un traité de ce Père.

Voici donc ce que rapporte Némésius [1], qui avait lu Cléanthe et Chrysippe : « Lorsque chacun des astres errants, disent les Stoïciens, revient exactement, en longitude et en latitude, au point du ciel où il se trouvait au commencement, alors que le Monde fut constitué pour la première fois, ces astres errants produisent, au bout de périodes de temps bien déterminées, l'embrasement et la destruction de tous les êtres. Puis, lorsque ces astres recommencent de nouveau la même marche, le Monde se trouve reconstitué ; les astres décrivant derechef le chemin qu'ils ont déjà parcouru, chaque chose qui s'était produite en la précédente période s'accomplit, une seconde fois, d'une manière entièrement semblable. Socrate existera de nouveau, ainsi que Platon, ainsi que chacun des hommes avec ses amis et ses concitoyens ; chacun d'eux souffrira les mêmes choses, maniera les mêmes choses ; toute cité, toute bourgade, tout champ seront restaurés. Cette reconstitution (ἀποκατάστασις) de l'Univers se produira non pas une fois, mais un grand nombre de fois ; ou plutôt, les mêmes choses se reproduiront indéfiniment et sans cesse. Quant aux dieux qui ne sont pas sujets à la destruction, il leur suffit d'avoir été témoins d'une seule de ces périodes, pour connaître, d'après celle-là, tout ce qui doit arriver dans les périodes ultérieures ; il n'arrivera rien, en effet, qui soit étranger à ce qui s'était produit une première fois ; toutes choses se reproduiront de la même manière, sans aucune différence, et cela jusqu'à la moindre d'entre elles ».

Les Stoïciens dont parle Némésius avaient adopté l'opinion qu'avait assurément soutenue Chrysippe ; pour eux, la palingénésie rendait l'existence à des choses numériquement identiques à celles qui avaient antérieurement existé. Les disciples du Portique étaient-ils tous de cet avis? Parmi eux, ne s'en trouvait-il pa qui entendaient la palingénésie comme Empédocle l'avait entendue, qui, aux êtres d'un monde, attribuaient seulement une

1. Nemesius, Περὶ ἀνθρωπου, cap. XXVIII. J. von Arnim, *Op. laud.*, n° 625, vol. II, p. 190. Gregorii Nysseni *Philosophiæ libri octo*, lib. VI, cap. IV.

identité spécifique avec les êtres du monde précédent ? Il est probable que cette manière de voir trouvait accueil auprès de certains Stoïciens, de ceux, par exemple, qu'Origène a connus ; ceux-là, d'ailleurs, comme ceux dont Plutarque nous a parlé, soumettaient les dieux eux mêmes à la palingénésie ; au contraire, ceux dont Némésius a résumé les doctrines exemptaient de l'embrasement les êtres divins.

Voici, en effet, comment Origène présente la théorie du Portique [1] :

« Ce ne sont point les hommes qui sont nés le plus anciennement, comme Moïse et certains des prophètes, qui ont pris aux autres ce qu'ils ont dit de l'embrasement de l'Univers ; mais, si l'on veut tenir un langage qui repose sur la chronologie, ce sont plutôt les autres qui ont entendu tout de travers ces anciens auteurs et qui ont été inexactement instruits de ce que ceux-ci avaient dit ; ils ont imaginé ces mondes qui reviennent selon certaines périodes d'identité, sans présenter aucune différence ni dans les êtres particuliers (τοῖς ἰδίως ποιοῖς) [qui les composent] ni dans les propriétés accidentelles de ces êtres. Nous, en effet, nous n'attribuons ni le déluge ni l'embrasement aux révolutions et aux périodes des astres. »

« La plupart des Stoïciens [2] ne se contentent pas d'affirmer qu'il existe une telle période pour les êtres soumis à la mort ; ils enseignent qu'elle existe également pour les êtres immortels et pour ceux qu'ils regardent comme des dieux. Après l'embrasement de l'Univers, qui s'est déjà produit une infinité de fois et qui aura encore lieu une infinité de fois, le même ordre se trouve engendré, pour se poursuivre depuis le commencement jusqu'à la fin de toutes choses. Bien que les Stoïciens, s'efforcent de conserver une certaine dissemblance [entre les mondes successifs], ils disent que, périodiquement, toutes choses reproduisent celles qui ont existé au cours des périodes précédentes, et cela sans que, je ne sais comment, elles en diffèrent d'aucune manière ; ainsi donc, ce n'est pas Socrate qui renaîtra de nouveau, mais un personnage entièrement semblable à Socrate, qui épousera une femme toute pareille à Xantippe, et sera accusé par des gens nullement différents d'Anytus et de Mélitus. Je ne sais comment le monde peut rester [numériquement] le même sans que les mondes successifs

1. ORIGENES *Contra Celsum*, lib. IV, cap. XII ; J. VON ARNIM, *Op. laud.*, n° 628, vol. II, p. 191.
2. ORIGENES *Contra Celsum*, lib. IV, cap. LXVIII ; J. VON ARNIM, *Op. laud.*, n° 626, vol. II, p. 190.

soient indiscernables les uns des autres, alors que les choses qui sont en ces mondes successifs ne sont pas [numériquement] les mêmes, mais ne diffèrent aucunement les unes des autres. »

En effet, « les Stoïciens[1] disent qu'il se produit périodiquement un embrasement de l'Univers, et qu'après cet embrasement, renaît une disposition du monde exempte de toute différence à l'égard de la disposition qui était auparavant réalisée. Beaucoup d'entre eux ont atténué cet enseignement ; ils disent qu'aux choses d'une période, advient une petite différence, une différence extrêmement faible par rapport aux choses de la période précédente. »

Les Stoïciens étaient donc unanimes à enseigner la palingénésie ; mais lorsqu'il s'agissait de préciser la nature et le degré de la ressemblance entre les mondes successifs, entre les êtres analogues que renferment ces mondes, l'accord faisait place à la discordance des opinions ; les témoignages d'Alexandre, de Némésius, d'Origène nous permettent de reconnaître ce défaut d'harmonie.

Parcourons la littérature latine et la littérature grecque, et recueillons les enseignements que nous y rencontrerons au sujet de la palingénésie et de la Grande Année.

Nul ne s'est montré plus soucieux de ces grands problèmes que Marcus Tullius Cicéron. Nous ne saurions nous en étonner. Cicéron avait lu les ouvrages du stoïcien Panétius, qui fut le maître de Posidonius ; à Rhodes, il avait entendu Posidonius lui-même.

Dès sa jeunesse, lorsqu'il traduit en vers latins une partie des *Phénomènes* d'Aratus, Cicéron introduit[2], dans sa traduction, la définition platonicienne de la Grande Année :

Sic malunt errare vagæ per nubila cæli,
Atque suos vario motu metirier orbes.
Hæc faciunt magnos longinqui temporis annos,
Quum redeunt ad idem cæli sub tegmine signum.

Cette Grande Année se trouvait de nouveau définie au traité *De la nature des dieux*[3] : « C'est à cause des mouvements inégaux des astres errants, lisait-on dans ce traité, que les mathématiciens

1. ORIGENES *Contra Celsum*, lib. V, cap. XX ; J. VON ARNIM, *Op. laud.*, n° 626, vol. II, p. 190.

2. CICÉRON, *Fragment de traduction des Phénomènes d'Aratus*, vers 230-234. Les passages correspondants des *Phénomènes* d'ARATUS (vers 455 sqq.) et de la *Traduction des Phénomènes en vers latins*, donnée par GERMANICUS (vers 431 sqq.) ne font aucune mention de la Grande Année.

3. M. T. CICERONIS *De natura deorum* lib. II, cap. XX.

ont appelé Grande Année celle où il arrive que le Soleil, la Lune et les cinq planètes, après avoir fini chacun leur cours, se retrouvent respectivement dans la même position. Quelle est la longueur de cette Année? C'est là une grande question. Mais il est nécessaire qu'elle ait une certaine durée bien déterminée ».

Au *Songe de Scipion*, épisode célèbre de sa *République*, Cicéron parlait[1] « de ces inondations, de ces embrasements de la terre, dont le retour est inévitable à certaines époques marquées ». Comment ces époques sont-elles marquées ? L'orateur ne le disait pas ; mais, sans doute, il les regardait comme liées à la Grande Année dont, aussitôt après[2], il parlait en ces termes :

« Pour que l'Année véritable soit entièrement révolue, il faut que tous les astres soient revenus au point d'où ils sont partis une première fois, et qu'ils aient ramené, après un long temps, la même configuration du Ciel ; et je n'ose dire combien cette Année contient de vos siècles.

» Ainsi, le Soleil disparut aux yeux des hommes et sembla s'éteindre quand l'âme de Romulus entra dans nos saintes demeures ; lorsqu'il s'éclipsera du même côté du Ciel et au même instant, lorsque tous les signes et toutes les étoiles seront revenus au même principe, alors seulement l'Année sera complète. Mais sachez que, d'une telle Année, la vingtième partie n'est pas encore écoulée. »

Cicéron n'osait dire, en ce passage, combien cette Grande Année contient de nos siècles ; si nous en croyons Tacite, il avait cette audace dans le traité de philosophie, aujourd'hui perdu, qu'il avait intitulé *Hortensius* ; Tacite écrit en effet[3] : « Si, comme Cicéron l'écrit dans son *Hortensius*, la Grande et véritable Année est celle après laquelle la position du Ciel et des astres se retrouvera, une seconde fois, exactement la même que celle qui existe aujourd'hui, et si cette Année en embrasse 12954 des nôtres.... » Servius nous a également conservé ce passage de l'*Hortensius*[4].

L'exemple de Cicéron nous montre à quel point les Stoïciens latins étaient soucieux du problème de la périodicité du Monde et de la Grande Année ; de ce souci, il nous est fort aisé de citer d'autres témoins.

1. M. T. Ciceronis *De republica* lib. VI, cap. XVI.
2. Cicéron, *Op. laud.*, lib. VI, cap. XVII.
3. C. Cornelii Taciti *De claris oratoribus dialogus*, cap. VI. L'attribution de ce dialogue à Tacite est contestée.
4. Servius, *Ad Æneid.*, III, 284, à propos de ce vers :
Interea magnum sol circumvolvitur annum.

Sénèque, par exemple, croit[1] aux déluges d'eau et de feu par lesquels Dieu renouvelle périodiquement le Monde ; touchant l'intervalle de temps qui sépare deux cataclysmes successifs, il ne nous fait pas connaître son propre sentiment, mais il rapporte[2], sans l'approuver ni l'improuver, celui de Bérose.

VII

LA GRANDE ANNÉE CHEZ LES GRECS ET LES LATINS APRÈS ARISTOTE

B. — LES NÉO-PLATONICIENS

Les Néo-platoniciens ne sont pas, moins que les Stoïciens, convaincus de la périodicité de la vie universelle. Nous le pouvons, tout d'abord, affirmer du chef de l'École, de Plotin.

Plotin connaît la doctrine péripatéticienne qui soumet tous les événements du monde sublunaire aux circulations célestes ; il sait quel parti les astrologues tirent de cette doctrine pour autoriser leurs prédictions. Lorsqu'il énumère les diverses formes du fatalisme, il écrit[3] :

« D'autres invoquent la circulation qui entoure l'Univers et qui, par son mouvement, fait toutes choses ; ils pensent que tout est engendré ici-bas par les dispositions mutuelles et les configurations des astres errants et des étoiles fixes, car ils ajoutent foi aux prédictions que l'on en peut tirer — Ἄλλοι δὲ τὴν τοῦ παντὸς φορὰν περιέχουσαν καὶ πάντα ποιοῦσαν τῇ κινήσει, καὶ ταῖς τῶν ἄστρων πλανωμένων τε καὶ ἀπλανῶν σχέσεσι καὶ σχηματισμοῖς πρὸς ἄλληλα, ἀπὸ τῆς ἐκ τούτων προῤῥήσεως πιστούμενοι, ἕκαστα ἐντεῦθεν γίγνεσθαι ἀξιοῦσι. »

Comment Plotin cherche à exempter l'âme humaine de cette inflexible domination, ce n'est pas ici le lieu de l'examiner. Ce qu'il est permis de dire c'est que, lorsque le libre arbitre humain n'est pas en question, le philosophe néo-platonicien semble admettre pleinement ce dogme aristotélicien. Il est donc naturel qu'il admette aussi la théorie de la Grande Année, qui en est un corollaire.

Platon pensait que toute idée est essentiellement universelle ; selon lui, il y a une idée de l'homme en général, mais il n'y a pas

1. Sénèque, *Questions naturelles*, livre III, ch. XXVIII.
2. Sénèque, *Op. laud.*, livre III, ch. XXIX.
3. Plotini *Enneadis IIIæ*, lib. I, cap. II ; éd. Firmin Didot, Parisiis, MDCCCLV, p. 112.

d'idée de Périclès, d'idée de Socrate. L'opinion de Plotin est tout autre [1]. Chaque individu a son idée (ἰδέα), son modèle (παράδειγμα), sa raison (λόγος). « Il ne suffit pas de l'homme en général pour fournir le modèle de tels et tels hommes, différents les uns des autres non seulement par la matière, mais par une foule de distinctions qui les spécialisent ; ces hommes individuels, en effet, ne se comportent pas à l'égard des modèles comme plusieurs portraits de Socrate à l'égard de la figure unique qu'ils reproduisent ; il faut que leur constitution différente provienne de raisons différentes. »

Ainsi donc, autant d'individus distincts se trouvent réalisés dans le Monde, autant, en toute âme rationnelle, il existe de raisons de ces individus « Ἐπεὶ καὶ λέγομεν, ὅσους ὁ Κόσμος ἔχει λόγους, καὶ ἑκάστην ψυχὴν ἔχειν. » Cela n'est pas vrai seulement des hommes, mais de tous les êtres vivants ; chacun d'eux, en chacune des âmes, a son modèle.

« Mais alors, la multitude des raisons serait infinie, si elle ne revenait suivant certaines périodes ; c'est ainsi que l'infinitude en sera bornée, lorsque les mêmes choses se reproduiront — Ἄπειρον οὖν τὸ τῶν λόγων ἔσται, εἰ μὴ ἀνακάμπτει περιόδοις. Καὶ οὕτως ἡ ἀπειρία ἔσται πεπερασμένη, ὅταν ταὐτὰ ἀποδιδῶται..... Toute période comprend [la réalisation de] toutes les raisons ; puis les mêmes choses reviennent de nouveau, selon les mêmes raisons — Ἡ δὲ πᾶσα περίοδος πάντας ἔχει τοὺς λόγους · αὖθις δὲ τὰ αὐτὰ πάλιν, κατὰ τοὺς αὐτοὺς λόγους. »

En revanche [2], pendant une même période cosmique, chaque raison ne se réalise qu'une seule fois dans un individu, en sorte que, durant cette unique période, on ne saurait trouver deux individus absolument identiques. « N'est-il pas vrai de dire : Pendant une seconde période, tout est absolument de même que durant la première ; dans une même période, au contraire, rien ne se reproduit tout à fait de la même façon ? — Ἆρ' οὖν, ὅτι τὸ ταὐτὸν πάντῃ ἐν τῇ ἑτέρᾳ περιόδῳ, ἐν ταύτῃ δὲ οὐδὲν πάντῃ ταὐτόν ; » On ne saurait affirmer plus nettement la périodicité de l'Univers.

Cette périodicité exige que, par une métempsychose éternelle, une même âme se réincarne une infinité de fois. Plotin, assurément, souscrivait à cette conséquence. Selon Saint Augustin [3], Porphyre est le premier des Néo-platoniciens qui ne l'ait pas pleine-

1. Plotini *Enneadis Vᵆ*, lib. VII, cap. I (Plotini *Enneades*, éd. Firmin Didot, p. 346).
2. Plotini *Enneadis Vᵆ*, lib. VII, cap. II ; éd. cit., p. 347.
3. D. Aurelii Augustini *De civitate Dei* lib. XII, cap. XX.

ment admise. « Au sujet de ces cycles, de ces départs et de ces retours qui, pour les âmes, alterneraient sans cesse, Porphyre le Platonicien n'a pas voulu suivre l'opinion de ceux dont il était le disciple. » Porphyre a admis que l'âme passait successivement par plusieurs corps, tous humains, sans jamais s'incarner dans une bête, et que ces réincarnations successives prenaient fin lorsque la purification de cette âme était complète. « En un point qui n'est pas de mince importance, dit Saint Augustin[1], Porphyre a corrigé l'opinion des autres Platoniciens, lorsqu'il a reconnu que l'âme, purifiée de tout ce qu'elle contenait de mauvais et unie au Père, n'aurait plus jamais à subir les malheurs de ce monde-ci. En professant cette doctrine, il a rejeté ce que l'on regarde comme un dogme essentiel du Platonisme, savoir que les vivants mourront éternellement et que, sans cesse, les morts reviendront à la vie..... Assurément, l'opinion de Porphyre est préférable à celle des philosophes qui ont admis cette périodicité de la vie des âmes (*animarum circulos*), où le bonheur alterne indéfiniment avec la misère. S'il en est ainsi, voici un platonicien qui se sépare de Platon pour concevoir une meilleure pensée ; il a vu ce que Platon n'avait pas vu ; venu après un tel maître, il ne s'est pas refusé à le corriger ; à un homme, il a préféré la vérité. »

Si Porphyre s'est écarté, dans ce cas, de la tradition platonicienne il le faut sans doute, avec Saint Augustin, attribuer à l'influence du Christianisme [2].

D'ailleurs, tout en apportant quelques restrictions à la doctrine de la Métempsychose, Porphyre continuait de croire à la Grande Année. « Il existe, disait-il[3], une année qui embrasse toutes les autres ; c'est l'année qui se trouve totalisée dans le mouvement de l'Ame du Monde, car c'est à l'imitation de ce mouvement-là que tous les corps célestes se meuvent. »

Apulée, exposant l'enseignement de Platon, écrit[4] :

« C'est cette course ordonnée des étoiles qui nous permet de comprendre ce qu'on appelle la Grande Année ; la durée en est accomplie lorsque le cortège mouvant des étoiles est parvenu tout entier au terme de sa course et, se retrouvant dans sa position primitive, recommence une nouvelle route dans les voies du Monde. »

Dans la préface du *Traité d'Astronomie* attribué à Julius Firmicus

1. D. Aurelii Augustini *Op. laud.*, lib. X, cap. XXX.
2. D. Aurelii Augustini *Op. laud.*, lib. XII, cap. XX.
3. Porphyrii philosophi *Sententiæ ad intelligibilia ducentes*, XLIV ; éd. Firmin Didot, Paris, 1855 ; p. XLVIII. — *Vide supra*, pp. 248-251.
4. L. Apuleii Madaurensis *De dogmate Platonis* lib. I.

Maternus, les sujets dont il sera traité se trouvent énumérés [1]. On dira : « ce que sont les neuf sphères ; quelles sont les cinq zônes ; quels sont les divers genres de nature qui les caractérisent ; quels sont les effets des douze signes ; quelle opération produit la marche éternellement errante des cinq étoiles ; ce que sont le cours diurne du Soleil, son retour annuel ; ce que sont le mouvement rapide de la Lune et les continuels accroissements de sa lumière. On dira aussi combien il faut de révolutions de ces astres pour accomplir cette Grande Année dont on parle, qui ramène non seulement ces cinq étoiles, mais encore la Lune et le Soleil, à leurs places originelles ; elle s'achève en mille quatre cent soixante et un ans ».

Julius Firmicus ou l'auteur que nous cache ce nom croît que le Monde passe par une alternative d'inondations et d'embrasements ; mais ces phénomènes effrayants, il les sépare les uns des autres par une durée bien plus longue que la Grande Année dont il vient de parler : « La fragilité humaine, dit-il [2], n'a pu prendre assez d'extension pour que sa raison lui permette de comprendre et d'expliquer aisément la genèse du Monde ; d'autant que tous les trois cent mille ans s'accomplit l'ἀποκατάστασις, c'est-à-dire le renouvellement (*redintegratio*) de l'Univers, par l'ἐκπύρωσις et par le κατακλυσμός ; c'est, en effet, de ces deux manières que l'ἀποκατάστασις se produit habituellement, car le déluge suit l'embrasement ou, en d'autres termes, le κατακλυσμός suit l'ἐκπύρωσις ».

Lorsque Macrobe commente le *Songe de Scipion* de Cicéron, il s'étend longuement sur ces renouvellements que l'eau et le feu imposent alternativement au Monde. « Selon les plus anciens physiciens, dit-il [3], le feu éthéré se nourrit de vapeurs... De ce que la chaleur s'entretient par l'humidité, il suit que le feu et l'eau éprouvent alternativement un excès de réplétion. Lorsque le feu est parvenu à cet excès, l'équilibre entre les deux éléments est détruit. Alors la chaleur trop forte de l'air produit un incendie

1. Iulii Firmici *Astronomicorum libri octo integri, & emendati, ex Scythicis oris ad nos nuper allati* — Marci Manilii *astronomicorum libri quinque* — Arati *Phænomena* Germanico Cæsare *interprete cum commentariis et imaginibus.* — Arati *eiusdem fragmentum* Marco T. C. *interprete.* — Arati *eiusdem Phænomena* Rufo Festo Auienio *paraphraste.* — Arati *eiusdem Phænomena græce.* — Theonis *commentaria copiosissima in* Arati *Phænomena græce.* — Procli Diadochi *Sphæra græce* — Procli *eiusdem Sphæra,* Thoma Linacro Britanno *interprete* — Au verso : Aldus Manutius Romanus Guido Pheretrio Vrbini Duci S. P. D... Venetiis decimo sexto Calendas novem. MID. — Iulii Firmici Materni iunioris Siculi V. C. *Matheseos liber primus ad Mavortium Lollianum, Præfatio.* Fol. sign. a, verso.

2. Julii Firmici Materni *Matheseos* lib. III, cap. I; éd. cit., fol. sign. d III.

3. Aurelii Macrobii *In somnium Scipionis commentarii,* lib. II, cap. X.

qui pénètre jusqu'aux entrailles de la terre. Mais, bientôt, l'ardeur dévorante du fluide igné se trouve ralentie, et l'eau reprend insensiblement ses forces ; car la nature du feu, épuisée en grande partie, absorbe peu de particules humides. C'est ainsi qu'à son tour, l'élément aqueux, après une longue suite de siècles, acquiert un tel excédent qu'il est contraint d'inonder la terre ; et pendant cette crue des eaux, le feu se remet des pertes qu'il a éprouvées. Cette alternative de suprématie entre les deux éléments n'altère en rien le reste du Monde, mais détruit souvent l'espèce humaine, les arts et l'industrie, qui renaissent lorsque le calme est rétabli ; car la dévastation causée soit par les inondations, soit par les embrasements n'est jamais générale... Telle est l'alternative de destruction et de reproduction à laquelle est assujetti le genre humain, sans que la stabilité du Monde en souffre. »

Tout aussitôt après ces considérations sur les déluges et les embrasements périodiques, Macrobe reproduit et commente [1] ce que Cicéron avait dit de la Grande Année. « Cette restitution parfaite des aspects s'accomplit, disent les physiciens, en quinze mille ans... Cette Grande Année se nomme encore l'Année du Monde, parce que le Monde, à proprement parler, c'est le Ciel. »

Cette Année du Monde est-elle l'intervalle de temps qui sépare deux embrasements successifs, deux déluges successifs ? De ce que Macrobe, comme Cicéron, traite de celle-là aussitôt après ceux-ci, on pourrait le conjecturer ; mais pas plus que Cicéron, Macrobe ne l'affirme d'une manière formelle.

De siècle en siècle, nous voyons les Platoniciens latins se passer les uns aux autres cette double tradition des cataclysmes périodiques et de la Grande Année ; les Platoniciens grecs, d'ailleurs, ne l'avaient point oubliée.

Que tous les changements du monde sublunaire soient déterminés par les mouvements célestes ; que, par conséquent, le retour du Ciel au même état, au bout de la Grande Année, ramène exactement les mêmes effets dans la sphère de la génération et de la corruption, c'est, à n'en pas douter, la pensée d'Aristote ; c'est à l'aide de cette pensée que Plutarque commente ce qu'au *Timée*, Platon avait dit de la Grande Année :

« Dans cet espace de temps, dit-il [2], qui est déterminé et que notre intelligence conçoit, ce qui, au ciel et sur la terre, subsiste en vertu d'une nécessité primordiale, sera replacé dans le même

1. Macrobii *Op. laud.*, lib. II, cap. XI.
2. Plutarque, *De fato*, III.

état et, de nouveau, toutes choses seront exactement rétablies selon leurs anciennes conditions... Supposons, afin de rendre la chose plus claire en ce qui nous regarde, que ce soit par l'effet d'une disposition céleste que je vous écris, en ce moment, ces lignes, et que vous faites ce que vous vous trouvez faire à cette heure ; eh bien ! quand sera revenue la même cause, avec elle reviendront les mêmes effets, et nous reparaîtrons pour accomplir les mêmes actes. Ainsi en sera-t-il également pour tous les hommes. »

Némésius, qui cite le *De fato* d'où ces lignes sont extraites, nous apprend [1] à quel point les doctrines sur la transmigration des âmes, sur leurs retours périodiques au sein d'un même corps étaient généralement admises par les philosophes païens. « Tous les moralistes, dit-il, qui ont enseigné que l'âme était immortelle, admettent, d'un consentement unanime, la transmigration des âmes ; ils diffèrent seulement au sujet des formes de ces âmes... Les Platoniciens, surtout, sont en grand désaccord les uns avec les autres au sujet de ce dogme.... Chronius, dans son livre Περὶ τὰς παλιγγενεσίας, nomme cette transmigration μετενσωμάτωσις ; il veut que tous les êtres soient doués de raison ; Théodore le Platonicien tient le même langage en son livre intitulé : Ὅτι πᾶσα ψυχὴ εἶσιν ; Porphyre est du même avis. »

Au sujet de la Grande Année platonicienne, la littérature grecque nous offre un texte d'une importance capitale ; c'est celui où Proclus commente ce qu'en disait le *Timée* [2]. Proclus y fond ce que Platon avait exposé dans ce dialogue avec les considérations sur le Nombre parfait que contenait la *République* ; ramenée ainsi à l'unité, la pensée platonicienne laisse mieux voir les liens qui l'unissent à l'enseignement d'Archytas de Tarente et des Écoles pythagoriciennes, tel que Simplicius nous l'a conservé. Ce texte est, d'ailleurs, le développement naturel de la théorie du temps que Proclus a formulée dans son *Institution théologique* .

« Après avoir décrit la génération des sphères par le Démiurge, la production des sept corps [errants], la manière dont ils ont été animés, l'ordre que le Père leur a attribué, leurs mouvements variés, la mesure de la durée de la révolution de chacun d'eux, et les diverses circonstances de leurs retours périodiques, le texte arrive enfin à l'étalon (μονάς) de la durée, à ce qui en est l'unité

1. Nemesius, Περὶ ἀνθρωπου, cap. XII. — Gregorii Nysseni *Philosophiæ libri octo*, lib. II, cap. VII.
2. Procli Diadochi *In Platonis Timæum commentaria*. Edidit Ernestus Diehl. Lipsiæ, MCMVI. T. III, pp. 91-94.
3. *Vide supra*, pp. 257-263.

(ὁ εἷς ἀριθμος), par laquelle tout mouvement est mesuré, qui comprend en elle toutes les autres mesures, qui détermine l'animation (ἡ ζωή) totale du Monde, la révolution complète des corps célestes et la vie (ὁ βίος) entière en sa période achevée. Ce nombre, il ne faut point le considérer seulement selon une science d'ordre inférieur (δοξαστικῶς)[1], en accumulant myriades sur myriades ; certaines gens, en effet, ont coutume d'en parler de la sorte. » Proclus montre alors comme on détermine habituellement la durée de la Grande Année en calculant le plus petit multiple commun des huit périodes des révolutions célestes ; puis il poursuit en ces termes : « Ces gens donc tiennent de tels propos. Mais ce n'est pas seulement de cette façon qu'il faut considérer le temps entier qui est propre au Monde (ὁ ὅλος ἐγκόσμιος χρόνος) ; il le faut considérer à l'aide de l'intuition (νόος) et de la méditation (διάνοια) ; il faut contempler suivant une science assurée (ἐπιστημονικῶς)[2] cette unité numérique, cette puissance une qui évolue, cette production une qui achève pleinement son œuvre, qui fait pénétrer en toutes choses la vie du Monde ; il faut voir toutes ces choses, conduisant cette vie jusqu'à son terme et la reprenant à partir du commencement ; il les faut voir se refermant chacune sur elle-même, et accomplissant, par là-même, le mouvement circulaire que ce nombre mesure ; de même, en effet, que l'unité borne l'infinitude du nombre et contient en elle-même l'indétermination de la dualité, de même le temps mesure le mouvement tout entier, et la fin de ce mouvement fait retour au commencement. C'est pourquoi ce temps-là est nommé Nombre, et Nombre parfait. Le mois et l'année aussi sont nombres, mais ils ne sont pas nombres parfaits, car ils sont parties d'autres nombres ; mais le temps de l'évolution périodique de l'Univers (ὁ τῆς τοῦ παντὸς περιόδου χρόνος) est parfait, car il n'est partie de rien ; il est entier, afin d'être à la ressemblance de l'éternité. C'est celle-ci, en effet, qui est, en premier lieu, l'intégrité ; mais l'éternité confère aux êtres l'intégrité complète de ce qui demeure toujours semblable à soi-même, tandis que le temps leur communique une intégrité qui se manifeste par voie de développement (παρατάσις) ; l'évolution, en effet, c'est l'intégrité déroulée dans le temps de cette autre intégrité qui, dans l'éternité, demeure enroulée sur elle-même (ἀνέλιξις γὰρ ἔστιν ἡ ὁλότης ἡ χρονικὴ τῆς ἐν ἐκείνῳ συνεσπειραμένως μενούσης ὁλότητος). Donc, ce

1. Δόξα, c'est la science en laquelle nous raisonnons sur les apparences sensibles, sur les choses qui passent, qui n'ont pas la véritable existence.

2. Ἐπιστήμη, c'est la science par laquelle nous saisissons non plus les apparences, mais les idées, les choses qui existent réellement d'une existence éternelle.

temps entier qui est propre au Monde mesure la vie une de l'Univers, vie selon laquelle arrivent ensemble à leur terme toutes les vitesses des cycles parcourus par les corps célestes et par les corps sublunaires (car, pour ceux-ci aussi, il y a évolutions périodiques et retours au point de départ).

» Ces vitesses ont pour repère (κεφαλή) le mouvement de l'identique [1] ; et comme c'est toujours à ce repère-là que les comparaisons sont faites, ce mouvement de l'identique est le plus simple de tous ; les retours des astres [à leurs positions primitives] sont estimés à l'aide des points marqués en ce mouvement [2] ; on considère, par exemple, le retour simultané de tous les astres en un même point équinoxial ou bien au solstice d'été ; on peut aussi considérer non pas le retour simultané en un même point, mais le retour simultané à des positions qui soient les mêmes par rapport à un certain repère, tels que le levant ou le midi ; dans ce cas, tous les astres doivent redonner une même configuration par rapport à ce repère ; ainsi la disposition générale que tous les astres errants ont, à ce moment, est un certain retour non pas au même point, mais à un même état, rapporté au même repère, de la configuration considérée. Les astres errants se sont-ils réunis autrefois en un même point et en un certain point marqué [de la sphère des étoiles inerrantes]? Au moment où cette coïncidence se produira de nouveau, le temps total atteindra son terme.

» On peut citer ici une coïncidence isolée, qui marque, dit-on, l'heure du Cancer du Monde, et dont le retour détermine ce que l'on appelle l'année caniculaire [3], parce qu'alors le lever du Cancer coïncide avec le lever de l'astre brillant du Chien, qui fait partie des étoiles inerrantes.

» Si donc tous les astres reviennent tous ensemble au même point du Cancer [après en être partis tous ensemble], cette révolution périodique en sera une de l'Univers. Mais si la conjonction qui s'est produite une fois dans le Cancer, se reproduisait de nouveau

1. Le mouvement de la sphère des étoiles inerrantes, selon la doctrine du *Timée* (v. Ch. II, § VII, pp. 52-53).

2. C'est-à-dire à l'aide des points marqués sur la sphère des étoiles inerrantes.

3. Voici ce que Censorin (*De die natali*, XVIII) dit de cette année : « Les Égyptiens n'ont aucun égard à la Lune dans la formation de leur grande année que l'on appelle en grec κυνικός et, en latin, *canicularis*, parce qu'elle commence avec le lever de l'étoile du Chien le premier jour du mois que les Égyptiens appellent Toth. En effet, leur année civile n'a que trois cent soixante-cinq jours sans aucune intercalation. Aussi l'espace de quatre ans est-il, chez eux, plus court d'environ un jour que l'espace de quatre années naturelles ; ce qui fait que la coïncidence ne se rétablit qu'à la quatorze cent soixante et unième année. Cette année est aussi appelée par quelques-uns ἡλιακός et par d'autres ὁ Θεοῦ ἐνιαυτός ».

tout entière en un point équinoxial, on n'aurait plus affaire à la même période, car la révolution considérée ne serait pas du même point au même point ; elle doit avoir lieu d'un point équinoxial au même point équinoxial, ou bien du solstice d'été au solstice d'été ; à chacune de ces deux révolutions correspond alors un nombre égal, et la durée de l'une est égale à la durée de l'autre ; car de ces deux révolutions, la période est la même ; la grandeur en est définie par le retour à la même place de tous les mobiles.

» Voilà ce que l'on peut dire de l'unité du temps, qui mesure tous les mouvements corporels comme le Monde mesure tous les êtres vivants et animés, et comme l'Éternité mesure toutes les intelligences vivantes. On voit clairement par ce qui précède ce qu'est ce temps, quand il est accompli et quel achèvement simultané il détermine dans l'Univers.

» Ajoutons, cependant, à ce que nous avons dit que ce nombre parfait-ci [celui dont il est question au *Timée*] paraît différer de celui dont il est parlé dans la *République* et dont il est dit qu'il embrasse la révolution périodique de tout ce qui est à la fois engendré et divin ; il semble qu'il soit plus particulier et qu'il amène seulement le retour simultané des huit révolutions périodiques [des sphères célestes] ; au contraire, celui [dont il est parlé dans la *République*] embrasse toutes les périodes de tous les mouvements propres des étoiles inerrantes, et toutes les périodes sans exception des êtres qui, au sein du Ciel, sont mûs d'une manière visible ou invisible, que ces êtres soient engendrés et divins ou qu'ils viennent après les Dieux ; il embrasse toutes les vicissitudes périodiques de fertilité et de stérilité des êtres sublunaires, de ceux dont la vie est courte comme de ceux dont la vie est longue ; aussi ce dernier nombre régit-il également la vicissitude périodique du genre humain. »

Il semblerait, d'après ce passage, qu'il faille distinguer deux Grandes Années platoniciennes ; celle dont il est question au *Timée*, plus petit commun multiple des huit années de révolution des sphères célestes, serait seulement une partie aliquote de l'autre ; celle-ci, plus petit commun multiple des périodes de toutes les rotations, de toutes les révolutions visibles ou invisibles qui s'effectuent au sein des cieux, serait celle dont il est question dans la *République*, celle dont le nombre parfait mesure le temps du retour de l'Univers à son état initial, le διάστημα τῆς τοῦ παντὸς φύσεως d'Archytas.

Ce que Proclus ne dit pas explicitement, mais ce qui résulte évidemment de tout son exposé, c'est qu'à son avis, les deux périodes

ne sont pas distinctes, qu'elles constituent une seule et même Grande Année.

Cette Grande Année régit, Proclus vient de nous le dire, la vie périodique du genre humain ; c'est dire qu'elle a pour sous-multiple la période de la métempsychose, cette myriade d'années au bout de laquelle la même âme reprend possession du même corps. Comme Platon, comme Plutarque, Proclus croit à cette métempsychose. « La myriade, écrit-il [1],..... marque le retour de l'âme qui a achevé son œuvre et qui revient au point de départ, comme le dit Socrate dans le *Phèdre.* »

Un des philosophes qui ont le plus vivement combattu certaines doctrines de Proclus est le stoïcien chrétien Jean Philopon qui, bientôt, nous occupera plus longuement.

Dans son écrit *Sur la création du Monde*, qui fut composé entre l'an 546 et l'an 549 de notre ère, Philopon rappelle la définition de la Grande Année. « On nomme Grande Année, dit-il [2], celle en laquelle s'accomplit le retour des sept astres errants d'un même point à un même point. »

C'était aussi, dit-on, un chrétien que cet Olympiodore, qui vivait à Alexandrie vers la fin VIe siècle de notre ère et qui a commenté les *Météores* d'Aristote. Or voici ce que nous lisons dans ce commentaire [3] :

« Il s'agit maintenant de la transformation de la substance terrestre en la substance aqueuse et, particulièrement, en eau salée. Que la mer se dessèche, que la terre ferme, à son tour, se transforme en mer, cela provient de ce que l'on nomme le Grand Été (τὸ μέγα θέρος) et le Grand Hiver (ὁ μέγας χειμών). Le Grand Hiver a lieu lorsque tous les astres errants se réunissent en un signe hivernal du zodiaque, le Verse-eau ou les Poissons ; le Grand Été, au contraire se produit lorsqu'ils se réunissent tous en un signe estival comme le Lion ou le Cancer. De même, le Soleil, pris isolément, produit l'Été lorsqu'il vient dans le Lion et l'hiver lorsqu'il vient dans le Cancer..... Lorsqu'après une très longue durée, tous les astres errants se trouvent en une même place, pourquoi

1. PROCLUS, Μέλισσα εἰς τὸν ἐν Πολιτείᾳ λόγον τῶν Μουσῶν (*Anecdota varia græca et latina,* t. II, p. 25 ; Berlin, 1886).

2. JOANNIS PHILOPONI *De opificio mundi libri VII.* Recensuit Gualterus Reichardt. Lipsiæ, 1897. Lib. IV, cap. XIV, pp. 188-189.

3. OLYMPIODORI PHILOSOPHI ALEXANDRINI *In meteora Aristotelis commentarii ;* lib. I, actio XVII (OLYMPIODORI PHILOSOPHI ALEXANDRINI *In meteora Aristotelis commentarii.* JOANNIS GRAMMATICI PHILOPONI *Scholia in I meteorum Aristotelis.* Ioanne Baptista Camotio philosopho interprete, ad Philippum Ghisilerium, equitem Bononien. splendidissimum, et senatorem clariss. Aldus. Venetiis, MDLI. Fol. 29. verso. — OLYMPIODORI *In Aristotelis meteora commentaria.* Edidit Guilelmus Stüve, Berolini, MCM, pp. 111-112).

donc cette conjonction produit-elle la Grande Année ? C'est que tous les astres errants, lorsqu'ils approchent du point culminant [de l'écliptique], échauffent comme le fait le Soleil ; ils refroidissent, au contraire, lorsqu'ils sont éloignés de ce point ; il n'est donc pas invraisemblable qu'ils produisent le Grand Été lorsqu'ils viennent tous au point culminant, et le Grand Hiver lorsqu'ils en sont tous éloignés. Donc, pendant le Grand Hiver, la terre ferme se change en mer tandis que le contraire a lieu au cours du Grand Été. »

Olympiodore écrit encore [1] :

« La seconde espèce de changement est la transformation de l'eau salée en un corps de nature sèche et terrestre. C'est le changement qui se produit en la mer, lorsqu'elle revêt la puissance et la nature terrestre, et en la terre, lorsqu'elle se tourne en substance marine..... Cela posé, Aristote nous montre quel est l'ordre de la Grande Année. Lorsqu'arrive le Grand Hiver, la terre passe à l'état de mer. Lorsqu'arrive le Grand Été, la mer est revêtue de la croûte terrestre. Lors de la venue de ce Grand Hiver, en effet, la puissance des eaux est fort grande et la quantité d'humidité surabonde ; mais lorsque survient le Grand Été, l'humidité se met à faire défaut..... Aristote entend nous enseigner pourquoi, suivant l'ordre de cette Grande Année, la substance marine se transforme, durant le Grand Été, en substance terrestre tandis que la transformation inverse se produit au cours du Grand Hiver. C'est, dit-il, parce que les diverses parties de la terre ont, comme les êtres animés, leur époque florissante et leur mort. Les parties terrestres sont florissantes lorsqu'elles se trouvent combinées avec l'humidité ; elles vieillissent et meurent, au contraire, lorsqu'elles se dessèchent. Elles s'humectent donc lorsque le froid est rigoureux, c'est-à-dire lorsque le Grand Hiver a commencé ; elles se dessèchent, au contraire, lorsque se produit la chaleur, c'est-à-dire à l'arrivée du Grand Été..... S'il en est ainsi, c'est afin qu'il se rencontre un intermédiaire entre les choses éternelles et les choses tout à fait mortelles ; cet intermédiaire n'est point mortel en totalité, mais, à cause des alternatives de froid et de chaleur, il n'est pas tout à fait éternel. »

Fidèle disciple d'Aristote, Olympiodore ne veut pas [2] que de ces prédominances alternatives entre la terre ferme et les mers, produites par la Grande Année, on aille conclure à des destructions et

1. Olympodiore, *loc. cit.*, éd. Venetiis, MDLI, fol. 30, verso; éd. Stüve, pp. 114-115.
2. Olympodiore, *loc. cit.*, éd. Venetiis, MDLI, fol. 31, verso ; éd. Stüve, pp. 118-119.

à des régénérations successives de l'Univers entier. « Il ne faut pas, nous dit Aristote, que cette transformation partielle donne à penser que le Monde entier est périssable..... Voici ce qu'il nous faut dire à présent : Parce que la terre est, en partie, devenue plus sèche, il n'en résulte pas que le Monde doive être détruit, suivant ce qu'a dit Héraclite de l'embrasement final du Monde..... Il ne faut donc pas, à cause de sa désiccation partielle, affirmer la destruction de l'Univers ; mais il faut dire que le Grand Hiver en est la cause. Après cet Hiver, en effet, la terre ayant été inondée, un certain dessèchement se produit ensuite, jusqu'au moment où arrivera le Grand Été ; mais lorsqu'advient ce Grand Été, il ne détermine pas la destruction de toute la terre. »

Qu'elles soient donc indiennes ou chaldéennes, grecques ou latines, presque toutes les philosophies païennes de l'Antiquité semblent s'accorder en une même doctrine : Le Monde est éternel ; mais comme il n'est point immuable, il reprend périodiquement le même état; le Ciel, formé de corps incorruptibles, repasse périodiquement par la même configuration; le Monde des choses corruptibles éprouve alternativement des déluges et des combustions qui scandent sa marche rythmée, qui signalent le retour périodique de choses de même espèce.

Les Juifs eux-mêmes, peut-être sous l'influence des philosophies païennes, semblent en être venus à concevoir une Grande Année ; à la vérité, l'historien Flavius Josèphe parle seulement[1] d'une Grande Année de six cents ans, qui ne saurait être une période de rénovation du Monde ; mais nous trouvons de tout autres considérations dans le *Commentaire au Timée* de Chalcidius ; or ce commentateur, dont on fait souvent un chrétien, nous semble plutôt, comme nous le dirons, avoir été un juif platonicien, à la manière de Philon. Voici comment s'exprime Chalcidius [2] au sujet du passage où Platon définit la Grande Année :

« Ce que Platon nomme le Nombre parfait du temps, durant lequel s'accomplit l'Année parfaite, c'est le temps au bout duquel les sept planètes, aussi bien que les autres étoiles dites inerrantes, se présentent de nouveau dans leurs positions initiales ; elles sont alors disposées suivant le même dessin qu'à l'origine des choses et au début du Monde ; leurs intervalles, à la fin de ce temps,

1. FLAVIUS JOSÈPHE, *Antiquités judaïques*, l. I, ch. III (IV), art. 9.

2. CHALCIDII V. C. *Commentarius in Timœum Platonis*, CXVII (*Fragmenta philosophorum græcorum* collegit F. A. Mullachius, vol. II, pp. 208-209. Parisiis, A. Firmin-Didot, 1867).

cadrent en longueur, en largeur et en profondeur avec leurs intervalles primitifs.

» Ce temps contient une innombrable suite d'années, car les circuits parcourus par les étoiles errantes ne sont pas égaux entre eux, en sorte que ces étoiles accomplissent nécessairement leur cours en des temps inégaux. »

Chalcidius rappelle alors les diverses inégalités dont sont affectées les marches des planètes ; puis il poursuit en ces termes :

Au terme de la Grande Année, « il faut que rien, absolument rien, ne diffère, dans le dessin du Ciel, des positions relatives, de l'aspect, des figures que les astres présentaient au début ; il est nécessaire que l'ensemble des étoiles présente le même accord et reproduise la même conformation. Si donc un des feux célestes reprend, par rapport à la constellation où il se trouvait d'abord, un état identique, peut-être, en longitude, mais dont la latitude ne représente pas la latitude primitive ; ou bien encore, si l'un de ces astres a été ramené à un état qui, en toutes dimensions, reproduit exactement l'état primitif, tandis que les autres planètes, dont la condition est différente, ne sont point du tout parvenues à cette représentation parfaite de l'état initial ; il faut que cette étoile même qui, pour son propre compte, réalisait cette représentation parfaite, éprouve un nouveau changement de position, et cela jusqu'à ce qu'arrive cette favorable disposition des étoiles qui reproduira exactement l'aspect présenté par les astres au commencement du Monde.

» Il n'est pas à croire que ce mouvement, que cette configuration amènent la ruine et la dissolution du Monde ; il faut bien plutôt penser que le Monde en recevra une autre création, et comme une nouvelle verdeur placée sous les auspices d'un mouvement nouveau ; je ne sais si cette rénovation produira, en certaines régions de la terre, le moindre dommage. »

Ainsi s'exprimait, au sujet du renouvellement périodique du Monde au terme de chaque Grande Année, un platonicien qui, vraisemblablement, était juif.

Seule, la Philosophie chrétienne repoussera cette thèse selon laquelle l'Univers est éternel et périodique. Lorsque nous étudierons la Physique des Pères de l'Eglise, nous entendrons Origène, Némésius, Saint Augustin, condamner à l'envie la doctrine de la Grande Année. Mais cette doctrine, le Paganisme ne paraît pas l'avoir révoquée en doute.

VIII

LA THÉORIE DU LIEU DANS L'ÉCOLE PÉRIPATÉTICIENNE

Après avoir rapidement esquissé les diverses théories du temps proposées par les successeurs d'Aristote, après avoir recueilli les nombreux témoignages de leur commune croyance à la Grande Année qui rythme la vie périodique de l'Univers, venons à ce que les écoles hellènes ont dit du lieu et du vide.

Les problèmes qu'Aristote a discutés touchant la nature et l'immobilité du lieu ont sollicité les méditations de bon nombre de philosophes grecs. Parmi ces penseurs, il en est dont les ouvrages sont venus jusqu'à nous ; il en est beaucoup aussi dont les écrits ont été perdus ; parfois, cependant, nous pouvons nous faire au moins une idée de leurs doctrines, grâce aux précieux commentaires de Simplicius ; cet auteur, en effet, non content d'exposer et de discuter les théories des philosophes qui l'ont précédé, prend soin, le plus souvent, de rapporter textuellement certains passages essentiels des livres qu'ils avaient composés ; c'est ce qu'il fait, en particulier, au cours de l'importante digression sur la théorie du lieu insérée [1] dans son commentaire au quatrième livre de la *Physique* d'Aristote.

L'ordre chronologique ne serait pas ici de mise ; nous chercherons, bien plutôt, à rapprocher les uns des autres les philosophes qui ont soutenu, au sujet du lieu, des doctrines analogues.

Voici, d'abord, ceux qui demeurent attachés à la notion du lieu telle qu'Aristote l'a définie ; ceux-là se bornent à commenter la pensée du Stagirite ; ils ne lui font subir que des modifications de détail ; au nombre de ces péripatéticiens fidèles, nous devons placer Alexandre d'Aphrodisias, qui vivait au IIe siècle après Jésus-Christ, et Thémistius, qui enseignait au IVe siècle.

Les commentaires dont Alexandre d'Aphrodisias avait enrichi la *Physique* d'Aristote sont aujourd'hui perdus ; nous les connaissons seulement par les extraits et les discussions de Simplicius.

Les difficultés relatives au lieu de la huitième sphère et à son mouvement paraissent avoir tout particulièrement occupé Alexandre.

1. SIMPLICII *In Aristotelis physicorum libros quattuor priores commentaria.* Edidit Hermannus Diels. Berolini, 1882. Livre IV ; corollarium de loco, pp. 601-645.

Alexandre connaît[1] l'opinion d'Aristote, selon laquelle les parties du huitième orbe se trouvent en un lieu *d'une certaine manière* : « Lorsque les diverses parties d'une sphère sont entraînées dans un mouvement de rotation, chacune d'elles se trouve enfermée entre les autres ; chaque partie est logée entre celle qui la précède et celle qui la suit, en sorte qu'elle est contenue par elles ; ainsi cette sphère peut être animée d'un mouvement de rotation, mais non point d'un autre mouvement soit vers le haut, soit vers le bas ».

Le philosophe d'Aphrodisias ne semble pas avoir goûté cette opinion du Stagirite ; transportant au huitième ciel ce qu'Aristote avait dit de l'Univers pris en son ensemble, il paraît avoir nié que ce Ciel fût en un lieu d'aucune manière, ni par lui-même ni par accident.

D'ailleurs, au sentiment d'Alexandre, que le huitième ciel ne soit en aucun lieu, cela n'empêche nullement qu'il soit animé d'un mouvement de rotation ; par ce mouvement, en effet, un corps sphérique ne change pas de lieu ; le mouvement de rotation n'est donc pas un mouvement local ; il peut convenir à un corps, lors même que ce corps n'est logé d'aucune façon.

Simplicius n'a point de peine à montrer qu'Alexandre se met, ici, en contradiction flagrante avec Aristote. En toutes circonstances, celui-ci traite le mouvement de rotation comme un mouvement local. Dans quelle autre classe de mouvement, d'ailleurs, le pourrait-il ranger ? En pourrait-il faire une dilatation ou une contraction, une altération, une génération ou une corruption ?

Il semble qu'Alexandre se soit autorisé, pour soutenir son opinion, de l'enseignement d'Eudème, qui fut disciple immédiat du Stagirite ; mais Simplicius lui oppose[2] le texte même d'Eudème ; ce texte avait été auparavant rapporté par Thémistius[3], et celui-ci y avait joint ce renseignement que le passage cité appartenait au troisième livre des *Physiques* de l'auteur.

« Eudème, dit Simplicius, n'a nullement nommé l'Univers ; c'est de la totalité du ciel qu'il est question, je crois, lorsqu'il écrit ce qui suit. Il vient de dire que le lieu d'un corps, c'est le terme, contigu à ce corps, de l'objet qui l'enveloppe, pourvu que cet objet soit immobile, et il poursuit en ces termes : « Si cet » objet est mobile, en effet, il est analogue à un vase ; c'est pour-

1. Simplicii *Op. laud.*, livre IV, ch. V ; éd. cit., pp. 594-595.
2. Simplicius, *ibid.*, p. 595.
3. Themistii *In Aristotelis physica paraphrasis*. Edidit Henricus Schenkl, Berolini, MCM. Livre IV, chap. V ; pp. 119-120.

» quoi nous sommes amenés à remonter la série des lieux jus-
» qu'au ciel. Le ciel, pris en son ensemble, ne change pas de
» lieu, bien que ses parties en changent ; car il se meut d'un
» mouvement de rotation. Mais le ciel même est-il en un lieu ou
» n'est-il pas en un lieu, et comment faut-il entendre chacune de ces
» deux propositions ? Pris en son ensemble, le ciel n'est pas en
» un lieu, à moins qu'il n'existe quelque chose hors de lui ; alors,
» il serait enveloppé par quelque autre corps ; nous examinerons
» ce point de plus près. Quant aux astres et à tous les êtres qui
» sont à l'intérieur du plus externe des corps célestes (ἐντὸς τοῦ
» ἐξωτάτω σώματος), ils sont contenus dans l'enceinte de celui-ci ;
» celui-ci les enveloppe. [Ces parties du ciel sont donc toutes en
» un lieu]. Cela étant, on dit que le ciel est en un lieu, car lorsque
» les parties sont dans quelque chose, nous disons que le tout est
» aussi dans ce quelque chose. De cette manière, donc, le ciel en-
» tier est en un lieu. Ainsi il est quelque part autrement [que ne le
» sont les autres corps] ; il y est parce que le tout est en ses par-
» ties ; il y a, en effet, diverses manières d'être quelque part. »

Ce texte ne semble guère propre à autoriser l'opinion d'Alexandre, mais il ne paraît pas davantage contenir une exacte interprétation de la pensée d'Aristote ; on le croirait plutôt inspiré par l'enseignement d'Archytas, qui mettait le lieu de l'Univers dans le terme même de cet univers. A son tour, il a peut-être inspiré la théorie de Thémistius.

Plus heureuse que les commentaires d'Alexandre d'Aphrodisias sur la *Physique* d'Aristote, la *Paraphrase* de cette même *Physique* composée par Thémistius est venue jusqu'à nous [1] ; nous pouvons donc contrôler et compléter les indications que Simplicius nous a données touchant cette *Paraphrase*.

Les doctrines d'Aristote au sujet du lieu sont très clairement et très fidèlement exposées par Thémistius ; il ne s'écarte guère qu'en un point de l'enseignement du Stagirite.

Nous avons vu Aristote déclarer que l'orbe des étoiles fixes, pris dans son ensemble, n'était en aucun lieu ; que ses parties, cependant, étaient en un lieu *d'une certaine manière* (πῶς) ; cette manière, il la qualifie en disant que le huitième ciel est en un lieu *par accident* (κατὰ συμβεβηκός). Nous avons vu également en quoi le Stagirite fait consister cette localisation particulière des parties du huitième ciel ; ce ciel peut se décomposer en anneaux, et

1. Themistii *In Aristotelis physica paraphrasis*. Edidit Henricus Schenkl ; Berolini, MCM.

chaque segment d'un anneau confine au segment précédent et au segment suivant, qui en sont le lieu *d'une certaine manière*.

Pour Thémistius, comme pour Aristote, le ciel des étoiles fixes est en un lieu *d'une certaine manière* et *par accident* [1]; mais cette localisation spéciale, le disciple l'imagine autrement que le maître.

« L'Univers, dit Thémistius, est en un lieu, mais par accident. Le tout, en effet, est en ses parties ; il ne saurait être séparé de ses parties ; or, les parties de l'Univers ne sont pas toutes en un lieu, car elles ne sont pas toutes entourées de tout côté par d'autres corps. Le dernier orbe n'est pas, non plus, en un lieu ; il est seulement logé par rapport aux corps qu'il enveloppe. Cet orbe touche l'orbe de Saturne, en sorte que ce dernier le contient d'une certaine manière ; mais extérieurement, le huitième orbe manque de tout lieu. Les parties du dernier orbe sont logées de la même manière que l'orbe entier. Elles ne sont logées ni en acte ni en puissance ; comment le seraient-elles, puisqu'elles sont inséparables de la sphère totale ? Elles ne sont pas logées par elles-mêmes ; si elles sont logées, ce ne peut être que par accident, et encore ne le sont-elles pas simplement [et immédiatement]. Ce n'est pas simplement (ἁπλῶς), en effet, que la sphère ultime est en un lieu ; mais, prise en sa totalité, elle est en un lieu, et, tandis que ses parties sont en un lieu par accident, elle est, elle, en un lieu par les corps qui sont à l'intérieur (ἐπὶ τὰ ἔσω). Dès là que les parties sont logées de cette manière, comment le tout pourrait-il être en un lieu absolument et simplement ? »

La plupart des corps de l'Univers sont logés *simpliciter*, parce que chacun d'eux touche d'autres corps par toute la surface qui le limite ; chacun des orbes célestes, par exemple, confine à un autre orbe céleste par sa surface externe ; par sa surface interne il touche soit un orbe inférieur, soit l'élément igné ; seul, le dernier orbe fait exception ; il n'est pas logé *simpliciter*, car la sphère qui le limite extérieurement ne confine à aucun corps ; il n'est pas non plus absolument privé de lieu, comme le serait un corps entièrement isolé, car sa face interne touche l'orbe de Saturne ; il est logé *per accidens*.

Telle est la pensée de Thémistius au sujet de la localisation qui convient au huitième ciel ; bien différente de la pensée d'Aristote, elle aura plus d'influence que celle-ci sur les Péripatéticiens de l'Islam et de la Chrétienté.

1. Themistii *Op. laud.*, livre IV, ch. V ; éd. cit., pp. 120-121.

IX

LA PHYSIQUE STOÏCIENNE ET LA COMPÉNÉTRATION DES CORPS

En face de la doctrine soutenue, au sujet du lieu, par la Physique péripatéticienne, voici que se dressent des doctrines multiples reliées aux traditions d'Archytas de Tarente et de Platon plutôt qu'à celle d'Aristote.

Nous nous arrêterons, tout d'abord, aux thèses, fort originales, de l'École stoïcienne.

Le principe de toute la Physique stoïcienne [1], c'est l'identification de la substance, à laquelle Zénon et Chrysippe donnent le nom de cause (αἴτιον), avec le corps (σῶμα).

« Zénon dit [2] que la cause (αἴτιον), c'est *ce par quoi* (δι' ὅ) ; ce qui n'est pas cause est accident (συμβεβηκός)..... La cause, c'est ce par quoi quelque chose est produit ; la raison, par exemple, est ce par quoi la connaissance est produite, l'âme est ce par quoi la vie est produite, la tempérance ce par quoi on est tempéré.....

» Toute cause est corps ; tout ce qui n'est point cause est un simple prédicament (καὶ τὸ μὲν αἴτιον σῶμα, οὗ δὲ αἴτιον κατηγόρημα). »

Chrysippe tenait le même langage [3] : « Chrysippe dit que la cause, c'est ce par quoi. La cause est être, elle est corps, elle est un pourquoi ; ce qui n'est pas cause est par quelque chose. — Χρύσιππος αἴτιον εἶναι λέγει δι' ὅ. Καὶ τὸ μὲν αἴτιον, ὂν καὶ σῶμα καὶ ὅτι · οὗ δὲ αἴτιον, διά τι ».

Les corps, qui sont les seules réalités, sont, d'ailleurs, de deux espèces. Il y a des corps spirituels, qui sont des esprits, des souffles (πνεύματα), nous dirions aujourd'hui des gaz. Il y a, d'autre part, des corps matériels, riches en matière, en ὕλη ; ce sont ceux que nous nommerions solides et liquides. Le rôle des premiers est, par la pression qu'ils exercent, de contenir les seconds. C'est ce que Galien explique clairement au passage suivant [4] :

1. Au sujet de cette Physique, voir : Emile Bréhier, *Chrysippe*, Paris, 1911 ; livre II, ch. II.
2. Arii Didymi *Epitome physicæ fragmenta*. Edidit H. Diels ; fr. 18, p. 457. Joannis Stobæi *Eclogæ*, lib. I, cap. XIII ; éd. Meineke, t. I, p. 90 — J. von Arnim, *Stoicorum veterum fragmenta*, n° 89, vol. I, p. 25.
3. Jean Stobée, *loc. cit.* ; éd. cit., p. 91.
4. Galien, Περὶ πλήθους τὸ γ'. J. von Arnim, *Op. laud.*, n° 439, vol. II, p. 144.

« Prétendre, d'une manière quelconque, qu'une chose opère sur elle-même ou agit sur elle-même, c'est tenir un langage qui passe l'entendement; de même, une chose ne saurait se contenir elle-même. Ceux qui se sont le plus occupés de la puissance qui contient (συνεκτικὴ δύναμις), les Stoïciens par exemple, admettent qu'autre est ce qui contient, autre ce qui est contenu ; ce qui contient, c'est la substance spirituelle (οὐσία πνευματική) ; ce qui est contenu, c'est la substance matérielle (οὐσία ὑλική) ; aussi disent-ils que l'air et le feu contiennent, tandis que l'eau et la terre sont contenus. »

Partout, donc, nous trouverons deux principes qui s'opposeront, en quelque sorte, l'un à l'autre, un principe actif et un principe passif [1] ; le principe actif sera toujours un souffle, un πνεῦμα ; le principe passif sera une matière, une ὕλη. Là où le Platonisme, où le Péripatétisme mettaient des substances actives incorporelles, le Stoïcisme met des souffles corporels ; le Zeus de Chrysippe est un souffle ; l'âme de l'homme en est un autre.

Examinons d'une manière un peu plus détaillée la manière d'agir du πνεῦμα.

Ni la terre ni l'eau n'ont, par elles-mêmes, cette cohésion qui soude entre elles les diverses parties d'une même masse ; cette cohésion résulte d'une certaine pression (τόνος) exercée sur l'eau ou la terre par le πνεῦμα qui se mêle à ces deux éléments ; au contraire, les fluides spirituels, les souffles possèdent par eux-mêmes cette pression. Les Stoïciens « disent, écrit Plutarque [2], que ni la terre ni l'eau ne peuvent se contenir elles-mêmes non plus que contenir les autres corps ; elles ne conservent leur unité qu'en participant de l'essence spirituelle et par l'effet de la puissance qui appartient au feu. Ce sont l'air et le feu qui, par l'effet de leur élasticité (δι' εὐτονίαν), maintiennent en leur état habituel ces deux premiers éléments et qui, en se mélangeant avec eux, leur fournissent la pression (τόνος), la stabilité (τὸ μόνιμον), la consistance substantielle (οὐσιῶδης) ».

Mais le mélange avec le souffle que composent l'air et le feu ne sert pas seulement à expliquer la cohésion de l'eau et de la terre ; c'est encore ce mélange qui explique ces diverses manières d'être que les Péripatéticiens appelaient qualités et attribuaient à des formes. C'est encore Plutarque qui va nous faire connaître le langage que Chrysippe tenait, à ce sujet, dans son

1. Émile Bréhier, *Op. laud.*, pp. 116-121.
2. Plutarchi *De communibus notionibus* cap. XLIX ; J. von Arnim, *Op. laud.*, n° 444, vol. II, p. 146.

traité *Sur les divers états des corps*, Περὶ ἕξεων. Voici ce langage [1] :

« Les états des corps ne sont rien d'autre que des gaz (οὐδὲν ἄλλο τὰς ἕξεις πλὴν ἀέρας εἶναί φησιν). C'est par eux, en effet, que les corps ont de la cohésion (συνέχεται). Cet air qui contient est, pour les corps qui sont maintenus par lui en un certain état, la cause qui fait que chacun d'eux est doué de telles qualités (τοῦ ποιὸν ἕκαστον εἶναι..... αἴτιος ἀήρ ἐστιν), de ces qualités que l'on nomme rigidité dans le fer, densité dans la pierre, blancheur dans l'argent.....

» La matière (ὕλη) est, par elle-même, inactive et sans mouvement ; elle est soumise aux activités. Quant aux activités, ce sont les essences spirituelles et les pressions gazeuses (τόνοι ἀερώδεις). C'est par elles que les diverses parties de la matière reçoivent des formes et sont affectées de figures. »

Les fluides aériformes, les souffles ont donc, à l'égard des éléments matériels, de la terre et de l'eau, deux sortes d'actions. L'une de ces actions est une pression, dirigée du dehors en dedans, qui maintient la cohésion de ces corps. L'autre est une tension, dirigée du dedans en dehors, qui explique les divers attributs, les diverses qualités par lesquel les différents corps matériels se distinguent les uns des autres. Que telle fût bien la pensée des Stoïciens, Némésius va nous le dire [2] :

« On pourrait prétendre, comme les Stoïciens, qu'il y a, autour des corps, un certain mouvement générateur de pression, mouvement qui est dirigé à la fois de l'extérieur à l'intérieur (εἰς τὸ εἴσω) et de l'intérieur vers l'extérieur (εἰς τὸ ἔξω). Le mouvement dirigé de l'intérieur vers l'extérieur détermine les grandeurs et les qualités des corps. Quant à celui qui est dirigé de l'extérieur vers l'intérieur, il produit la cohésion (ἕνωσις) et la consistance subsistante (οὐσία). »

Une matière inactive et inerte ; un fluide gazeux, mobile, siège de pressions et de tensions qui doivent expliquer la cohésion, les dimensions, les diverses propriétés des corps, voilà les deux éléments avec lesquels les Stoïciens pensent construire toute leur Physique. Comment devons-nous imaginer la distribution, dans l'espace, de cette matière et de ce souffle ?

Nous pourrions penser que la ὕλη est, comme le veulent les atomistes, morcelée en parcelles indépendantes les unes des

1. PLUTARCHI *De Stoicorum repugnantia* cap. XLIII ; J. VON ARNIM, *Op. laud.*, n° 449 ; vol. II, pp. 147-148.

2. NEMESIUS, Περὶ ἀνθρώπου τὸ β'. GREGORII NYSSENI *Philosophiæ libri octo*, lib. I, cap. II. J. VON ARNIM, *Op. laud.*, n° 151, vol. II, pp. 148-149.

autres, autour desquelles circule le πνεῦμα. Il nous suffirait alors de traduire πνεῦμα par *éther*, comme on a traduit ὕλη par *matière* pour donner à l'hypothèse fondamentale des Stoïciens une forme très analogue à celle que diverses théories physiques modernes ont donnée à leur supposition première.

Sans pulvériser la ὕλη en molécules, nous pourrions la regarder comme veinée de pores et de canaux au long desquels circule le πνεῦμα. Straton, semble-t-il [1], avait déjà songé à conférer une telle structure à la matière et à en déduire l'explication des propriétés de l'aimant ; il avait agi, par là, en avant-coureur de Descartes.

En adoptant soit l'une, soit l'autre de ces deux théories, nous nous mettrions assurément en contradiction avec la pensée des Stoïciens.

Tout d'abord, Chrysippe se séparait entièrement de Démocrite en ce qu'il admettait, de la manière la plus formelle, la division des corps à l'infini. Au rapport de Jean Stobée [2], « Chrysippe disait que les corps se laissent subdiviser indéfiniment, et qu'il en est de même des choses qui ont ressemblance avec les corps, comme la surface, la ligne, le lieu, le vide, le temps. Mais, bien que toutes ces choses soient divisibles à l'infini, le corps n'est pas composé d'une infinité de corps, et on en peut dire autant de la surface, de la ligne, du lieu », du vide et du temps.

En outre, les corps qui nous semblent homogènes ne se montreraient nullement, à des yeux plus perçants que les nôtres, comme des assemblages hétérogènes où une matière perforée de pores serait baignée par le souffle qui circule en ces pores. Si l'on excepte les corps qui, visiblement, sont des aggrégats, des amas de parties distinctes, les autres corps sont vraiment et essentiellement homogènes ; ils sont d'un seul tenant ; chacun d'eux est un individu qui a sa nature propre aussi bien qu'un individu vivant.

« Parmi les corps [3], les philosophes [c'est-à-dire les Stoïciens] enseignent qu'il en est qui sont formés de parties séparées, à la manière d'une flotte ou d'une armée ; d'autres sont composés de parties contiguës, comme une maison ou un navire ; les autres, enfin, sont d'un seul tenant (ἡνωμένα) et doués d'une nature commune à toutes leurs parties (συμφυᾶ), comme l'est chaque animal. »

1. G. Rodier, *La Physique de Straton de Lampsaque*, p. 59.
2. Joannis Stobæi *Eclogarum* lib. I, cap. XIV; éd. Meineke, p. 93. J. von Arnim, *Op. laud.*, n° 482 ; vol. II, p. 158.
3. Plutarchi *Præcepta conjugalia*, cap. XXXIV ; J. von Arnim, *Op. laud.*, n° 366, vol. II, p. 124.

« Un corps un n'est pas, en général [1], composé de corps séparés les uns des autres, comme l'est une assemblée, une armée ou un chœur ; car à tout corps, il peut arriver de vivre, de connaître, de raisonner, comme le suppose Chrysippe. »

Comment devons-nous donc imaginer la structure des corps ? Ils doivent être homogènes et, cependant formés, à la fois, de ὕλη et de πνεῦμα ; ces deux éléments, d'ailleurs, n'y doivent pas être simplement en puissance, comme les éléments sont dans un mixte selon la doctrine péripatéticienne ; en tout corps, la matière et le souffle doivent coexister d'une manière actuelle, comme le montre suffisamment la différence des rôles qui leur sont attribués ; il reste donc que nous renoncions à regarder chacun de ces deux corps comme impénétrable à l'autre ; que nous les considérions l'un et l'autre comme deux masses continues qui coexistent simultanément, d'une manière réelle, actuelle, dans un même lieu.

Que Chrysippe ait considéré les divers corps et, en particulier, la ὕλη et le πνεῦμα, comme susceptibles de se compénétrer, de la sorte, d'éprouver ce qu'il nomme la mixtion proprement dite (κρᾶσις), une foule de textes s'accordent à l'affirmer [2]. Ces textes, nous n'essayerons pas ici de les citer tous ; nous bornerons à analyser l'un d'entre eux, qui est d'une importance et d'une précision particulières

Alexandre d'Aphrodisias a composé un opuscule intitulé : *Sur le mélange et la dilatation* (Περὶ κράσεως καὶ αὐξήσεως). Dans cet opuscule, il expose et discute en détail la doctrine que professait Chrysippe au sujet de la diffusion totale. Voici ce que nous lisons en cet écrit [3] :

« Parmi ceux qui regardent la matière comme continue, ce sont les Stoïciens qui semblent surtout discuter au sujet du mélange. Mais, même parmi eux, il y a des avis dissemblables ; les uns enseignent que les mélanges se font d'une certaine façon et les autres d'une autre ; toutefois, l'opinion qui paraît être, chez eux, la plus hautement approuvée et recommandée, c'est celle que Chrysippe a proposée. En effet, parmi ceux qui lui ont succédé dans le temps, la plupart abondent dans le sens de Chrysippe ; quelques-uns, qui sont parvenus à concevoir la théorie d'Aristote,

1. Plutarchi *De defectu oraculorum* cap. XXIX ; J. von Arnim, *Op. laud.*, n° 367 ; vol. II, p. 124.

2. J. von Arnim, *Op. laud.*, nos 463 à 481 ; vol. II, pp. 151-158.

3. Alexandri Aphrodisiensis *Præter commentaria scripta minora. Quæstiones. De fato. De mixtione.* Edidit Ivo Bruns, Berolini, 1892. Pp. 216-218. J. von Arnim, *Op. laud.*, n° 473, vol. II, pp. 154-155.

admettent, en outre, eux aussi, beaucoup de choses que Chrysippe a enseignées au sujet de la diffusion.

» Voici donc quelle est l'opinion de Chrysippe touchant le mélange :

» Il suppose que la substance universelle est unie par un certain souffle qui pénètre au travers de cette substance tout entière ; c'est de ce souffle que le tout tient la continuité, la cohésion, et la sympathie.

» Au moyen des corps qui, en cette substance universelle, se mêlent entre eux, il se forme, en premier lieu, des aggrégats (mélanges par juxtaposition, παραθέσει μίξεις) ; dans ces mélanges-là, deux ou plusieurs substances sont réunies en une même masse et juxtaposées, comme dit Chrysippe, suivant une structure (καθ' ἁρμήν) ; mais chacune d'elles conserve, dans un tel aggrégat, son contour délimité, son essence propre et ses qualités ; ainsi en est-il, par exemple, si l'on mêle ensemble des fèves et des grains de blé.

» Il se forme, en second lieu, des combinaisons (συγχύσει μίξεις) ; les substances [composantes] s'y détruisent tout entières les unes les autres, ainsi que les qualités qui résidaient en elles ; ainsi en est-il, dit-on, des remèdes employés en médecine ; par la destruction simultanée des différents corps que l'on a mélangés, un certain corps, différent de ceux-là, prend naissance.

» Chrysippe dit enfin qu'il se produit certains mélanges où les substances [composantes] tout entières, ainsi que leurs qualités, se trouvent coétendues les unes aux autres, bien que chacune des substances et chacune de leurs propriétés demeurent, en un tel mélange, ce qu'elles étaient primitivement. Parmi les mélanges, c'est celui-là, dit Chrysippe, qui est proprement une mixtion (κρᾶσις) ; que deux ou plusieurs corps, en effet, soient coétendus les uns aux autres, chacun d'eux étant, en totalité, diffusé dans chacun des autres, pris également en sa totalité, et cela de telle manière que chacun de ces corps garde, au sein même du mélange, son existence substantielle propre et les qualités qui résident en cette substance, voilà le seul mélange qu'il nomme mixtion (Τὴν γὰρ δύο ἢ καὶ πλειόνων τινῶν σωμάτων ὅλων δι' ὅλων ἀντιπαρέκτασιν ἀλλήλοις οὕτως ὡς σῴζειν ἕκαστον αὐτῶν ἐν τῇ μίξει τῇ τοιαύτῃ τήν οἰκείαν οὐσίαν καὶ τὰς ἐν αὐτῇ ποιότητας λέγει κρᾶσιν εἶναι μόνην τῶν μίξεων). Car c'est le propre des composants d'un mixte (κεκραμένα) de pouvoir être, derechef, séparés les uns des autres, et cela provient uniquement de ce que ces corps mélangés gardent leurs natures au sein du mélange.

» Que ces diverses sortes de mélanges existent, Chrysippe s'efforce de le démontrer à l'aide des notions communes ; il dit que ce qui confère surtout à ces notions le caractère de la vérité, c'est que nous les tirons de la nature ; autre, en effet est l'idée que nous possédons de corps juxtaposés sous forme de structure ; autre l'idée de corps qui se sont combinés entre eux par destruction simultanée ; autre l'idée de corps qui sont mélangés et coétendus les uns aux autres en leur totalité, de telle sorte que chacun d'eux conserve sa nature propre ; or cette diversité dans nos idées, nous ne la posséderions pas si tous les corps mélangés, quels qu'ils soient, étaient simplement juxtaposés les uns aux autres par structure.

» Quant à cette coextension des corps mélangés, il admet qu'elle se produit de telle manière qu'en chacun des corps mélangés qui se compénètrent l'un l'autre, il n'existe aucune partie qui ne participe de tous les corps existants dans un tel mélange ; car, s'il n'en était pas ainsi, le produit ne serait nullement un mixte, mais un aggrégat (Τὴν δὲ τοιαύτην ἀντιπαρέκτασιν τῶν κιρναμένων ὑπολαμβάνει γίνεσθαι χωρούντων δι' ἀλλήλων τῶν κιρναμένων σωμάτων, ὡς μηδὲν μόριον ἐν αὐτοῖς εἶναι μὴ μετέχον πάντων τῶν ἐν τῷ τοιούτῳ μίγματι · οὐκέτι γὰρ ἄν, εἰ μὴ τοῦτο εἴη, κρᾶσιν ἀλλὰ παράθεσιν τὸ γινόμενον εἶναι)......

» Qu'il en soit bien ainsi, [les Stoïciens] en allèguent, à titre de preuve évidente, le fait suivant : L'âme possède une substance propre, aussi bien que le corps qui la reçoit ; elle se répand, cependant, dans tout le corps, tout en conservant, dans son mélange avec lui, sa propre existance substantielle ; en effet, du corps qui possède une âme, il n'est aucune partie qui soit privée de cette âme. La nature des plantes se comporte de la même manière ; de même encore toute propriété à l'égard du sujet qui supporte cette propriété.

» Ils disent aussi que le feu et le fer se compénètrent l'un l'autre en totalité, chacun d'eux gardant cependant sa propre existence substantielle.

» Ils disent encore que deux des quatre éléments, le feu et l'air, qui sont subtils, légers et élastiques (εὔτονα), se diffusent totalement dans toute l'étendue des deux autres, l'eau et la terre, qui sont compacts, lourds et dénués d'élasticité (ἄτονα) ; et cependant, ces éléments-ci comme ceux-là gardent, [en cette diffusion], leur nature propre et leur continuité.

» Ils pensent également que les poisons mortels, que les odeurs de toutes sortes, se diffusent ainsi, par une compénétration totale, au sein de ceux qui en pâtissent.

» Enfin, Chrysippe dit que la lumière se mêle [de cette façon] à l'air.

» Telle est, au sujet de la mixtion, l'opinion de Chrysippe et de ceux qui philosophent d'après lui. »

La théorie stoïcienne de la mixtion, telle que nous venons de l'exposer, est l'introduction naturelle aux théories néoplatoniciennes du lieu ; nous verrons, en effet, que, pour la plupart des Néo-platoniciens, le lieu est un véritable corps ; comme le πνεῦμα stoïcien, il est susceptible d'être coétendu aux autres corps ; son immobilité seule le distingue de ce πνεῦμα.

X

LE LIEU ET LE VIDE SELON LES PREMIERS STOÏCIENS

L'École de Démocrite et d'Épicure admettait l'existence du vide dans le Monde. Les philosophes dont le système va solliciter notre attention ne croient pas que le vide puisse jamais être, dans les limites du Monde, doué d'existence actuelle ; toujours, dans l'Univers, le lieu est occupé par quelque corps ; c'est seulement au delà des bornes du Monde que s'étend un vide infini.

Le lieu et le vide, d'ailleurs, sont, au fond, une même chose ; cette chose, on la nomme vide lorsqu'aucun corps ne l'occupe, et lieu lorsqu'elle est occupée par quelque corps.

Ce système, nous dit Simplicius [1], est celui qu'adoptent bon nombre de « petits » Platoniciens ; parmi ceux qui le prônent, il croit que l'on peut aussi compter Straton de Lampsaque [2].

Entre Straton et les Néo-platoniciens, il nous faut placer les Stoïciens ; la doctrine en question fut, en effet, professée par l'École du Portique, et cela dès l'origine ; Jean Stobée va nous apprendre quel fut, à cet égard, l'enseignement de Zénon de Citium et de Chrysippe.

« Zénon, dit-il [3], et ceux qui procèdent de lui affirment qu'à l'intérieur du Monde, il n'y a aucun vide, mais qu'à l'extérieur, il y a un vide infini. Ils distinguent entre le vide, le lieu et l'étendue.

1. Simplicii *In Aristotelis physicorum libros quattuor priores commentaria.* Edidit Hermannus Diels. Lib. IV, corollarium de loco, p. 601 et p. 618.

2. Cf. G. Rodier, *La Physique de Straton de Lampsaque*, pp. 60-61 et pp. 78-79. — Selon G. Rodier, Straton ne croyait pas à l'existence du vide hors des bornes du Monde.

3. Joannis Stobæi *Eclogarum* lib. I, cap. XVIII ; éd. Meineke, t. I, p. 104 ; J. von Arnim, *Op. laud.*, n° 95 ; vol. I, p. 26.

Ils disent que le vide, c'est l'absence de corps ; que le lieu, c'est ce qui se trouve occupé par un corps ; enfin que l'étendue, c'est ce qui est occupé en partie. Διαφέρειν δὲ κενὸν, τόπον, χώραν · καὶ τὸ μὲν κενὸν εἶναι ἐρημίαν σώματος, τὸν δὲ τόπον τὸ ἐπεχόμενον ὑπὸ σώματος, τὴν δὲ χώραν τὸ ἐκ μέρους ἐπεχόμενον. »

Aëtius, pour préciser par un exemple la définition de la χώρα, ajoute [1] : « Comme il arrive en un tonneau de vin, ὥσπερ ἐπὶ τῆς τοῦ οἴνου πιθάκνης ».

Zénon veut donc que l'on donne le nom de χώρα à une étendue dont certaines régions sont vides tandis que d'autres sont occupées par des corps ; ainsi en est-il, selon Démocrite et Épicure, de l'espace qui contient des atomes séparés par du vide ; ainsi en est-il encore de la χώρα considérée au *Timée*, car les icosaèdres, les octaèdres et les cubes qui forment l'eau, l'air et le feu, ne sauraient remplir l'espace sans laisser entr'eux des intervalles vides.

Chrysippe, au rapport de Stobée [2], reproduisait, bien qu'avec plus de détails, l'enseignement de Zénon.

« Chrysippe professait que le lieu, c'est ce qui, en sa totalité, est occupé (κατεχόμενον) par un être ou ce qui est susceptible d'être occupé par un être, et qui, en sa totalité, se trouve occupé soit par une seule chose, soit par plusieurs choses. De ce qui est ainsi susceptible d'être occupé par un être, si une partie se trouve occupée [par une chose existante] tandis qu'une autre partie ne l'est pas, l'ensemble ne sera plus ni du vide ni un lieu, mais autre chose qui n'a pas reçu de nom. Le vide, en effet, est ainsi nommé par analogie avec les vases vides, et le lieu par analogie avec les vases pleins. » Le philosophe stoïcien, en ce passage, a, sans aucun doute, voulu éviter que l'on confondît le lieu, tel qu'il le concevait, avec le lieu vide en partie et, en partie, occupé par les atomes, que considéraient Démocrite et ses disciples ; il a voulu surtout, semble-t-il, que l'on n'allât pas, à l'imitation de Zénon, donner, à cette sorte d'espace, le nom de χώρα.

Chrysippe, en effet, poursuivait en ces termes : « Quant à l'étendue (χώρα), est-ce plutôt l'espace intermédiaire (τὸ μεῖζον) qui est susceptible d'être occupé par un être et qui est, cependant, vide de tout corps, ou bien est-ce le corps intermédiaire [considéré comme] cédant sa place (ἢ τὸ χωροῦν μεῖζον σῶμα) ?

» On dit que le vide est infini ; hors du Monde, en effet, il y a

1. J. von Arnim, *loc. cit.*

2. J. Stobée, *loc. cit. ;* éd. cit., pp. 107-108 ; J. von Arnim, *Op. laud.*, n° 503, vol. II, pp. 162-163.

un tel vide infini. Le lieu, au contraire, est borné, car aucun corps n'est infini. De même que ce qui est corporel est borné, ce qui est incorporel est infini, en sorte que le temps est infini et aussi le vide. Comme le néant (τὸ μηδέν) n'est pas une borne, le néant n'a pas non plus de borne ; et tel est le vide. Par sa propre substance (ὑπόστασις), il est infini ; que ce vide vienne à être rempli, et il sera borné ; mais une fois ôté ce qui le remplissait, on ne lui pourra plus concevoir de limite. »

Jean Stobée nous rapporte encore [1] ce que Chrysippe disait du mouvement local, le seul, bien entendu, que conçût la Physique stoïcienne : « Chrysippe dit que le mouvement (κίνησις) est le changement de lieu, soit en totalité, soit en partie. Il dit ailleurs : Le mouvement est le changement de lieu ou de figure ; le transport (φορά) est un mouvement rapide et qui vient de loin ; le repos signifie l'absence de mouvement du corps ou bien il signifie que le corps se comporte maintenant de la même manière qu'auparavant, et à l'égard des mêmes choses (μονὴν... τὸ δὲ οἷον σώματος σχέσιν κατὰ ταυτὰ καὶ ὡσαύτως, νῦν τε καὶ πρότερον) ».

Cette dernière proposition rappelle d'une façon reconnaissable la théorie du lieu qu'Aristote avait développée ; mais, comme les divers fragments conservés par Stobée, elle est trop courte, trop isolée de tout contexte pour nous permettre de reconstituer la doctrine de Chrysippe. Pour connaître le sens véritable des diverses définitions que nous venons de rapporter il nous faut chercher de quelle manière elles étaient entendues et développées par les Stoïciens venus en des temps moins anciens ; comment Posidonius les commentait, c'est ce que Cléomède va nous apprendre.

XI

LE LIEU ET LE VIDE SELON CLÉOMÈDE

Le stoïcien Cléomède, qui vivait vraisemblablement au premier siècle avant notre ère, a laissé un petit écrit, divisé en deux livres, dont le titre est : Περὶ κυκλικῆς θεωρίας μετεώρων. Ce titre se peut traduire ainsi : *Théorie du mouvement circulaire des corps célestes.* A la fin du XIV[e] siècle, l'humaniste Georges Valla de Plaisance avait donné, de cet ouvrage, une très médiocre traduction latine.

1. Joannis Stobæi *Op. laud.*, lib. I, cap. XVIII ; éd. cit., t. I, p. 111 ; J. von Arnim, *Op. laud.*, n° 492 ; vol. II, p. 160.

Le texte grec fut édité, d'abord à Paris, en 1539, puis à Bâle, en 1561 ; à cette dernière édition, était jointe la traduction latine de Valla ; ces deux éditions étaient extrêmement fautives. Au commencement du XVIIe siècle, l'Écossais Robert Balfour, professeur au Collège de Guienne, à Bordeaux, entreprit, à l'aide d'un manuscrit conservé à Toulouse, une publication plus correcte de l'œuvre de Cléomède ; il y joignit une traduction latine et des commentaires [1]. Au cours du XIXe siècle, il a été donné plusieurs éditions de cet ouvrage ; la dernière [2], datée de 1891, est due à M. Ziegler qui y a joint une traduction latine très soignée.

L'ouvrage de Cléomède prend fin sur cette remarque [3] : « Ces discussions ne renferment pas d'opinions propres à l'auteur ; elles ont été tirées de commentaires composés par certains écrivains, les uns anciens, les autres modernes. Mais la plupart des propos qui ont été tenus sont empruntés à Posidonius ». Posidonius est, en effet, fréquemment cité par Cléomède ; là-même où il n'est point nommé, c'est son enseignement que résument, le plus souvent, les deux livres sur la *Théorie des mouvements circulaires des corps célestes* ; et c'est ce qui les rend précieux, car ils nous ont gardé quelque chose de la doctrine, presque entièrement perdue, du savant Stoïcien.

En particulier, touchant la question du lieu et du vide, il semble certain que nous entendrons parler Posidonius par la bouche de Cléomède. Nous apprendrons ainsi que [4] « le Monde n'est pas infini ; il est limité..... Mais hors du Monde, il y a le vide qui s'étend à l'infini en tout sens. De ce vide (κενόν) illimité, ce qui est occupé par un corps se nomme lieu (τόπος), tandis que ce qui n'est pas occupé par un corps est appelé vide (κενόν) ».

Pour Cléomède, le vide n'est pas simplement rien-du-tout (μηδέν), ainsi que l'enseignaient Leucippe et Démocrite ; il le regarde comme une certaine substance (ὑπόστασις) ; voici, en effet, en quels termes il poursuit son exposition :

« Que le vide soit, c'est ce que nous rappellerons en peu de

1. CLEOMEDIS *Meteora græce et latine a Roberto Balforeo ex Ms. Codice Bibliothecæ Illustrissimi Cardinalis Ioyosii multis mendis repurgata, Latine versa, et perpetuo commentario illustrata. Ad Clariss. et ornatiss. virum Guilielmum Dafisium equitem, principem Præsidem Senatus Burdig. et sacri consistorij Consiliarium.* Burdigalæ, Apud Simonem Milangium Typographum Regium. 1605. La seconde partie est intitulée : ROBERTI BALFOREI *Commentarius in libros duos Cleomedis de contemplatione orbium cœlestium.* Burdigalæ, Apud S. Millangium Typographum Regium. MDCV.

2. CLEOMEDIS *De motu orbium caelestium libri duo.* Instruxit Hermannus Ziegler. Lipsiæ, MCCCXCI.

3. CLEOMEDIS *Op. laud.*, éd. Ziegler, pp. 228-229.

4. CLEOMEDIS *Op. laud.*, lib. I, cap. I; éd. cit., pp. 2-5.

mots. Tout corps doit nécessairement être en quelque chose. La chose en laquelle il est doit différer de ce qui l'occupe et la remplit ; cette chose doit être incorporelle et comme impalpable. Cette substance qui est ainsi constituée qu'elle puisse recevoir un corps en elle-même et être occupée par lui, nous disons qu'elle est vide... »

D'ailleurs, cette substance du vide, cette ὑπόστασις κενοῦ ne possède aucun caractère déterminable autre que celui qui vient d'être dit ; elle est seulement apte à contenir les corps. « Il est nécessaire, dit Cléomède [1], qu'il existe une substance du vide. La notion que nous en avons est d'une extrême simplicité ; elle est incorporelle et impalpable ; elle n'a et elle ne peut recevoir aucune figure (σχῆμα) ; elle est incapable de pâtir aussi bien que d'agir ; elle est simplement telle qu'elle puisse admettre un corps en elle-même ».

« Un tel vide [2] ne peut aucunement exister d'une manière persistante dans le Monde. » Aussitôt qu'un corps quitte le lieu qu'il occupait, un autre corps vient occuper ce même lieu. Mais le vide existe hors du Monde ; à établir cette proposition, contraire à la philosophie d'Aristote, Cléomède consacre tous ses efforts.

Pour démontrer que le Monde est entouré d'un espace vide, il admet [3], ce que le Stagirite ne lui eût nullement accordé, que la matière de l'Univers est susceptible de se dilater ou de se contracter. Alors, en effet, ce qui est hors du Monde ne renferme aucun corps, mais est apte à en renfermer, en sorte que cela mérite le nom de vide. Au gré d'Aristote, au contraire, il n'existait, d'une manière actuelle, aucun corps hors du Monde, mais il ne pouvait, non plus, en exister aucun ; hors du Monde donc, on ne pouvait pas dire qu'il y eût le vide, puisque le vide serait un lieu privé de corps, mais susceptible d'en recevoir un.

Cette opinion des Péripatéticiens, Cléomède la tourne en ridicule [4] : « Aristote et ses sectateurs prétendent qu'hors du Monde, il n'y a pas de vide. Ils disent, en effet, que le vide est ce qui peut recevoir un corps ; or au delà du Monde, il n'y a aucun corps ; il ne peut donc y avoir de vide. Mais ce raisonnement est absurde ; il est tout à fait semblable à celui que l'on ferait en disant qu'en des lieux arides et secs, il ne peut pas y avoir d'eau, et donc qu'il ne peut pas non plus exister de vase capable de contenir de l'eau. » Notre stoïcien, assurément, n'a pas pleinement saisi la pensée

1. Cléomède, *ibid.*, pp. 8-9.
2. Cléomède, *ibid.*, pp. 8-9.
3. Cléomède, *ibid.*, pp. 6-7.
4. Cléomède, *ibid.*, pp. 10-11.

d'Aristote ; il n'a pas vu comment cette pensée refusait à tout corps, hors du Monde, non seulement l'existence en acte, mais encore l'existence en puissance, et cela fort logiquement, puisque l'existence en puissance, ce serait la matière, la ὕλη, et que le Monde est formé de la totalité de la matière.

Rien ne peut terminer ce vide extérieur au Monde [1] ; il ne pourrait, en effet, être terminé que par quelque chose d'une nature différente, partant par quelque chose de plein ; il faudrait donc, ce qui est absurde, qu'il existât hors du Monde un corps remplissant ce quelque chose.

Dans ce vide infini, d'ailleurs, il n'y a [2] ni haut ni bas, ni avant ni arrière, ni droite ni gauche ; aucune direction n'y peut être définie ; c'est seulement à l'intérieur du Monde que l'on peut distinguer la direction qui vise le centre de la figure sphérique de l'Univers de la direction qui est issue de ce même centre.

Cette absence de toute direction qui se puisse distinguer d'une autre direction au sein du vide qui entoure le Monde nous assure [3] que l'Univers ne saurait se mouvoir de manière à changer de place au sein de cet espace ; il y garde toujours le même lieu.

Telles sont les doctrines, vraisemblablement empruntées à Posidonius, que Cléomède professait au sujet du vide ; elles semblent bien n'être que le développement des enseignements de Chrysippe.

XII

LE LIEU ET LE VIDE SELON JEAN PHILOPON

Les doctrines dont les formules de Chrysippe nous ont présenté l'ébauche, dont Cléomède nous a donné une exposition plus complète, nous allons les retrouver, mais développées suivant toute leur ampleur, et, parfois, modifiées par l'influence péripatéticienne, sous la plume d'un stoïcien chrétien ; nous voulons parler de Jean d'Alexandrie, que Simplicius, son adversaire acharné, appelle toujours le Grammairien (ὁ Γραμματικός), mais que l'on nomme plus communément Philopon (ὁ Φιλόπονος), c'est-à-dire le laborieux.

On s'est longtemps trompé sur l'époque où avait vécu Philo-

1. Cléomède, *ibid.*, pp. 14-15.
2. Cléomède, *ibid.*, pp. 16-17.
3. Cléomède, *ibid.*, pp. 10-11.

pon. Ne voulait-on pas qu'il eût assisté, en 641, au sac d'Alexandrie ? Les attaques de Simplicius, cependant, eussent suffi à démontrer qu'il était beaucoup plus ancien. Mais M. Reichardt, poussant plus loin, a montré [1] que certains ouvrages de Jean le Grammairien étaient datés avec précision.

Jean Philipon avait commenté bon nombre d'ouvrages d'Aristote ; du commentaire sur les huit livres de la *Physique*, nous possédons les quatre premiers tout entiers et des fragments peu importants des quatre derniers. Or, au quatrième livre, lorsqu'il commence à parler du temps, le commentateur dit [2] : « Nous sommes maintenant en l'année 233 de l'ère de Dioclétien ». C'est donc en l'an 517 de Jésus-Christ que Philopon achevait son exposition du quatrième livre de la *Physique*.

Proclus avait écrit un traité où, par dix-huit arguments, il prétendait démontrer l'éternité du Monde ; argument par argument, Philopon s'est attaché à réfuter le traité de Proclus. Or, en cette réfutation, on lit [3] : « De nos jours, en l'année 245 de Dioclétien, les sept astres errants se sont trouvés réunis dans la constellation du Taureau ». L'ouvrage a donc été composé peu après la 529e année de notre ère.

Enfin Jean Philopon a écrit un traité *De la création du Monde*, commentaire du récit de la *Genèse* ; ce traité est dédié à Sergius, patriarche d'Antioche ; or Sergius présida à l'église d'Antioche de 546 à 549 ; c'est donc durant cet intervalle de temps que fut composée l'exégèse de Jean le Grammairien [4].

Ce sont, surtout, les *Commentaires sur la Physique d'Aristote* qui nous diront les opinions professées par Philopon au sujet du lieu et du vide. Ces *Commentaires* ne sont peut-être, d'ailleurs, que les reflets de l'enseignement donné à Jean le Grammairien par Ammonius, fils d'Hermias [5].

1. Joannis Philoponi *De opificio mundi libri* VII. Recensuit Gualterus Reichardt, Lipsiæ, 1897. Præfatio ; a. De ætate.

2. Joannis Philoponi *In Aristotelis physicorum libros quinque posteriores commentaria*. Edidit Hieronymus Vitelli. Berolini, 1888. In Aristotelis lib. IV, cap. X ; p. 703. Ce nombre 233 (σλγ') est celui que portent les meilleurs manuscrits ; d'autres portent le nombre 333 (τλγ'), qu'ont reproduit toutes les anciennes éditions.

3. Ioannes Grammaticus Philoponus Alexandrinus *In Procli Diadochi duodeviginti argumenta de Mundi æternitate. Opus varia multiplicique Philosophiæ cognitione refertum. Ioanne Mahotio Argentinæo interprete.* Lugduni. 1557. *In fine* : Lugduni, excudebat Nicolaus Edoardus, Campanus, quinto idus Ianuarias 1557. — Ad XVIm argumentum, art. IV, p. 264.

4. G. Reichardt, *loc. cit.*

5. Si toutefois le titre : Ἰωάννου Ἀλεξανδρέως τοῦ Φιλοπόνου εἰς τὸ περὶ φυσικῆς ἀκροάσεως τοῦ Ἀριστοτέλους ἀποσημειώσεις ἐκ τῶν συνουσιῶν τοῦ Ἀμμωνίου τοῦ

Les commentaires sur la *Physique* d'Aristote, composés par Jean Philopon, sont parfois coupés de *digressions* où l'auteur expose systématiquement ses doctrines personnelles ; c'est ainsi que la théorie du lieu est l'objet d'une semblable digression [1] ; nous allons brièvement l'analyser.

Jean le Grammairien attaque très vivement la théorie péripatéticienne au moyen d'arguments dont plusieurs se liront également aux commentaires de Simplicius.

Aristote enseigne que, pour trouver le lieu d'un corps, il faut s'éloigner de ce corps jusqu'à ce que l'on parvienne à une enceinte

Ἑρμείου μετά τινων ἰδίων ἐπιστάσεων, que ne porte aucun manuscrit connu, est bien de Philopon et non du premier éditeur, Victor Trincavelli

Des commentaires que Jean Philopon avait composés sur la *Physique* d'Aristote, nous possédons seulement, nous l'avons dit, les quatre premiers livres. Des quatre derniers, il ne nous reste que de menus fragments.

Il ne paraît pas que ces commentaires aient été connus, au Moyen-Age, par la Chrétienté latine. Au temps de la Renaissance, Victor Trincavelli en donna l'édition grecque suivante :

ΙΟΑΝΝΟΥ ΓΡΑΜΜΑΤΙΚΟΥ ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΕΙΣ ΤΑ ΠΕΡΙ ΦΥΣΙΚΗΣ ΤΕΣΣΑΡΑ ΠΡΩΤΑ ΒΙΒΛΙΑ ΤΟΥ ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΟΥΣ. Joannis Grammatici *in primos quatuor Aristotelis de naturali auscultatione libros comentaria*. MDXXXV. Colophon : Venetiis in aedibus Bartholomaei Zanetti Casterzagensis, aere vero, et diligentia Ioannis Francisci Trincaueli. Anno a partu virginis MDXXXV. L'ouvrage est dédié par l'éditeur, Victor Trincavelus, au cardinal Contarini.

D'après cette édition grecque, Girolamo Doroteo, de Venise, a donné une traduction latine dont existe, à notre connaissance, l'édition suivante :

Ioannis Grammatici cognomento Philoponi *Eruditissima commentaria in primos quatuor Aristotelis de naturali auscultatione libros. Nunc primum e Græco in Latinum fideliter translata. Guilelmo Dorotheo Veneto Theologo Interprete. Venetiis.* MDXXXXII *In fine :* Impressum Uenetijs per Brandinum et Octavianum Scotum. MDxxxix.

Cette dernière indication semble marquer l'existence d'une première édition qui aurait été donnée en 1539, et dont celle-ci ne serait qu'une reproduction avec un nouveau frontispice. Une autre édition fut donnée à Venise, par Octavianus Scotus, en 1554.

En 1558, Octavianus Scotus donna une nouvelle édition où les premières pages de la traduction de Doroteo avaient été revues par Giambattista Rassario, médecin de Novare.

Rassario compléta, ultérieurement, cette révision de la traduction de Doroteo, et la publia à Venise, en 1569, chez Vincentius Valgrisius. Une autre édition de cette traduction revue par Rassario est la suivante, que nous avons consultée :

Aristotelis *Physicorum Libri Quatuor. Cum* Ioannis Grammatici, cognomento Philoponi, *Commentarijs. Quos nuper ad græcorum codicum fidem summa diligentia restituit Ioannes Baptista Rassarius, Novariensis Medicus, et in singulis paginis errores innumeros sustulit, ut plane alia nunc interpretatio videatur. Venetiis. Apud Hæredem Hieronymi Scoti* MDLXXXI.

Le texte grec n'a été publié que récemment sous les auspices de l'Académie de Berlin :

Ioannis Philoponi *In Aristotelis physicorum libros tres priores commentaria.* Edidit Hieronymus Vitelli. Berolini, MDCCCLXXXVII. — Ioannis Philoponi *In Aristotelis physicorum libros quinque posteriores commentaria.* Edidit Hieronymus Vitelli. Berolini, MDCCCLXXXVIII (*Commentaria in Aristotelem græca*, voll. XVI et XVII).

1. Ioannis Philoponi *In Aristotelis physicorum libros quinque posteriores commentaria.* Edidit Hieronymus Vitelli Berolini, 1888. In Aristotelis lib. IV. cap. IV ; corollarium de loco, pp. 557-585.

immobile entourant ce corps de tous côtés ; les toutes premières parties de cette enceinte forment le lieu cherché. Appliquant cette définition aux corps mobiles qui nous environnent, Aristote leur assigne pour lieu la surface du corps central immobile et la concavité de l'orbe de la Lune. « Mais si l'on prétend [1] que la surface qui limite inférieurement le Ciel joue le rôle de lieu par rapport à nous, on doit observer que cette surface n'est pas immobile ; une partie déterminée de la concavité du Ciel ne touche pas toujours la même partie des corps qu'elle renferme, lors même que ces corps demeureraient immobiles ; en effet, les corps célestes se meuvent sans cesse d'un mouvement de rotation ; si donc il n'y a rien d'immobile, sauf la terre, il est impossible de trouver un lieu immobile [pour les corps qui nous entourent], et cela quand bien même ces corps ne se mouvraient point. »

L'argument que Jean Philopon vient d'opposer à Aristote est également donné par Simplicius [2] ; celui-ci prévoit même une objection et la réfute ; on pourrait prétendre que la rotation de l'orbe de la Lune n'empêche pas l'immobilité de la surface qui la termine intérieurement. « Mais si l'orbe lui-même est en mouvement, sa partie terminale ne peut pas être immobile ». « Si donc Aristote tient que le lieu est immobile, ou bien il dit une chose inexacte en prétendant que la limite interne du Ciel, qui touche les éléments mobiles, est le lieu de ces corps ; ou bien, s'il ne veut pas que cette affirmation soit inexacte, il lui faut admettre que le Ciel est immobile, afin que le terme en soit immobile... Or, il assure, en toutes circonstances, que le Ciel se meut, ce qui, d'ailleurs, est évident. »

C'en serait assez déjà pour rejeter la définition du lieu qu'Aristote a proposée ; mais rien n'est plus propre à mettre en lumière les défauts de cette définition que les discussions des commentateurs au sujet du lieu de la huitième sphère : « Les interprètes de la pensée du Philosophe [3] ont voulu expliquer comment la sphère des étoiles fixes peut se mouvoir de mouvement local bien qu'elle ne se trouve en aucun lieu ; mais ils ont tout confondu sans parvenir à rien dire qui soit intelligible et capable de persuader. Ils ne peuvent nier que la sphère des étoiles fixes ne se meuve de mouvement local ; ils ne sauraient dire de quel autre mouvement elle serait animée, sinon de celui-là ; et, d'autre part, assigner la nature du lieu dans lequel elle se meut, ils en sont incapables.

1. Jean Philopon, *loc. cit.* ; éd. cit., p. 564.
2. Simplicii *Op. laud.*, livre IV, corollarium de loco ; éd. cit., p. 607.
3. Jean Philopon, *loc. cit.* ; éd. cit., p. 564.

Comme s'ils jouaient aux dés, ils donnent tantôt une explication, tantôt une autre ; et tous leurs propos n'ont d'autre effet que de détruire et de renverser les thèses et les axiomes qu'Aristote pose au début de ses déductions. Aristote a voulu dissimuler sous l'obscurité de son langage la faiblesse de ses raisons ; il a permis, par là, à ceux qui désirent tourner ses arguments en sens contraire, de le faire à volonté. »

Voyons, en effet, comment les commentateurs ont expliqué la localisation et le mouvement de la huitième sphère.

Il en est pour qui les parties de cette sphère qui se suivent les unes les autres jouent le rôle de lieu les unes par rapport aux autres. Simplicius se demandera comment peut être sauvegardée l'immobilité d'un tel lieu au sein de la sphère en mouvement. Le Grammairien pose [1] une question qui n'est pas moins embarrassante : « Si le lieu de chacune des parties de la sphère est formé par les parties qui l'entourent, quelle est donc la partie qui change de lieu lorsque le huitième orbe se meut ? Car enfin cet orbe ne se brise pas, en sorte que les parties contiguës restent invariablement liées entre elles au cours du mouvement du Ciel ».

D'autres, tel Thémistius, veulent que le huitième ciel soit logé par l'orbe de Saturne dont sa face concave touche la face convexe. Alors [2], par un véritable cercle vicieux que Simplicius signalera également [3], ils prétendent que l'orbe de Saturne sert de lieu à la huitième sphère en même temps que cette sphère est le lieu du ciel de Saturne.

Cette discussion montre assez qu'Aristote n'a pas rencontré la véritable définition du lieu ; cette définition, Philopon prétend, à son tour, en donner une formule satisfaisante.

Le lieu, c'est l'espace avec ses trois dimensions [4] ; cet espace doit être entièrement séparé par la pensée des corps qui l'occupent ; il doit être regardé comme un volume incorporel étendu en longueur, largeur et profondeur : en sorte que le lieu est identique au vide.

Voici en quels termes Philopon formule cette thèse que l'on peut regarder comme l'expression précise de la pensée de Chrysippe et de Cléomède : « Le lieu n'est pas la partie limitrophe du corps environnant..... C'est un certain intervalle, mesurable suivant trois directions, différent des corps qui se rencontrent en lui, incor-

1. Jean Philopon, *loc. cit ;* éd. cit., p. 566.
2. Jean Philopon, *loc. cit. ;* éd. cit., p. 565.
3. Simplicii *Op. laud. ;* lib. IV, cap. V ; éd. cit., p. 589.
4. Jean Philopon, *loc. cit.,* éd. cit., p. 567.

porel par sa propre nature ; c'est encore les dimensions seules et vides de tout corps ; en effet, considérés en leur matière, le lieu et le vide sont essentiellement la même chose [Διάστημά τί ἐστι, τριχῇ διαστατὸν, ἕτερον τῶν σωμάτων τῶν εμπιπτόντων εἰς αὐτὸν, ἀσώματον ὂν τῷ οἰκείῳ λόγῳ, καὶ διαστάσεις μόναι, κεναὶ σώματος (Ταὐτὸν γὰρ τῷ ὄντι τὸ κενὸν καὶ ὁ τόπος κατὰ τὸ ὑποκείμενον)].

Cela ne veut pas dire que le vide puisse jamais exister en acte [1], qu'il puisse se trouver un volume qu'aucun corps n'occupe ; bien que la raison le distingue de tout corps et le regarde comme essentiellement incorporel, le vide néanmoins, est toujours rempli par quelque corps. Le lieu et le corps qui est en ce lieu forment une de ces couples de choses qui sont liées indissolublement, en sorte que l'une de ces choses ne peut être sans l'autre ; la pure raison distingue le lieu d'avec le corps, mais le lieu ne peut jamais, sans corps, être en acte. De même, la raison distingue la matière de la forme ; cependant la matière ne peut jamais exister en acte qu'elle ne soit unie à une certaine forme.

Cet espace, distinct de tout corps et vide par lui-même, demeure absolument immobile [2] dans son ensemble et en chacune de ses parties ; une partie déterminée de l'espace peut recevoir successivement des corps différents qui, à tour de rôle, y trouvent leur lieu, mais elle demeure toujours la même partie de l'espace, elle ne se meut point.

Aussitôt qu'un corps en mouvement quitte un certain lieu [3], un autre corps vient occuper ce même lieu, car il ne doit jamais demeurer privé de corps. De même, aussitôt qu'une forme se corrompt en la matière, une autre forme y est induite, afin qu'à aucun moment, la matière ne demeure nue et dépouillée de toute forme. Jean le Grammairien établit ainsi un parallélisme parfait entre le mouvement local et le mouvement d'altération ; le lieu et le corps logé jouent, au cours du premier mouvement, le rôle que la matière et la forme jouent au cours du second.

Philopon n'est pas sans prévoir que les Péripatéticiens élèveront des objections contre sa doctrine ; ces objections, il s'efforce de les ruiner d'avance.

En voici une [4] qui semble redoutable :

Cet espace à trois dimensions, qui est regardé comme lieu des corps, est infini ; comment cela peut-il être, puisqu'il ne peut

1. Jean Philopon, *loc. cit.* ; éd. cit., p. 569 et p. 579.
2. Jean Philopon, *loc. cit.* ; éd. cit., p. 569.
3. Jean Philopon, *loc. cit.*, éd. cit., p. 579.
4. Jean Philopon, *loc. cit.* ; éd. cit., pp. 582-583.

subsister sans corps et que l'ensemble des corps forme une masse finie ?

Le Grammairien s'étonne que l'on puisse attribuer la moindre importance à cette objection. De même que l'intelligence conçoit l'espace à trois dimensions, de même peut-elle, selon lui, concevoir une surface abstraite qui borne cet espace de telle sorte qu'il ait juste la grandeur voulue pour contenir l'Univers corporel.

Jean Philopon s'écarte nettement ici du sentiment commun des Stoïciens ; depuis Zénon et Chrysippe, ceux-ci n'avaient cessé de soutenir qu'un vide infini s'étend au delà des bornes de l'Univers ; le Grammairien, au contraire, enseigne qu'au dehors de la surface sphérique qui limite le Monde, il n'y a plus qu'un espace conçu par la raison, mais dépourvu de réalité, auquel il se refuse à donner le nom de vide. Par là, il délaisse l'enseignement du Portique pour se rapprocher de la tradition péripatéticienne.

Une autre difficulté préoccupe les Péripatéticiens. A chaque élément, à chaque mixte doit correspondre un *lieu naturel*, où ce corps demeure en repos lorsqu'il s'y trouve, vers lequel il se porte s'il en est éloigné ; c'est ainsi que les graves se dirigent vers le bas, que les corps légers tendent en haut. « Mais comment, dans cet espace doué seulement de trois dimensions [1], pourra-t-on déterminer, distinguer et placer le haut et le bas ? Où placera-t-on le lieu suprême ? Jusqu'où l'étendra-t-on ? Où mettra-t-on le lieu le plus bas ? En outre, le lieu doit être doué d'une certaine puissance naturelle, car les corps graves et les corps légers désirent leurs lieux propres ; chacun d'eux se porte vers le lieu qui lui est particulier par une inclination et par un élan naturels ; or, cet espace, qui est vide par lui-même, ne peut avoir aucune puissance ; pour quelle raison certains corps se porteraient-ils vers une certaine région de ce vide et certains autres corps vers une autre région ? »

A ces objections, Philipon oppose [2] des définitions et des principes qui sont, il le remarque lui-même, très conformes à la pensée d'Aristote :

« A parler d'une manière absolue, il n'y aurait naturellement dans l'Univers, comme Aristote le dit lui-même en d'autres écrits, ni haut ni bas, mais il y a la surface sphérique [concave de l'orbe de la Lune] et la périphérie. Mais si nous appelons haut la périphérie et bas le centre, le haut sera le lieu occupé par les corps

1. Jean Philopon, *loc. cit.;* éd. cit., pp. 579-580.
2. Jean Philopon, *loc. cit.;* éd. cit., p. 581.

légers et le bas celui qu'occupent les graves ; en effet, tout corps qui se trouve écarté de ces limites est maintenu d'une manière violente, [à la place qu'il occupe], par l'ensemble des autres corps..... Il est tout à fait ridicule (γελοῖον πάνυ) de prétendre que le lieu, en tant que lieu, possède une certaine puissance. Si chaque corps se porte vers son lieu propre, ce n'est pas qu'il aspire à une certaine surface ; c'est parce qu'il tend à la place qui lui a été assignée par le Démiurge. Puis donc que la terre a pris la place la plus basse, de telle manière qu'elle se trouve au-dessous de tous les autres corps, que l'eau a pris la seconde place, que l'air et le feu ont pris la troisième et la quatrième, il est raisonnable qu'il arrive ceci : Si un corps est quelque peu dérangé de cette place ; si, au lieu de flotter à la surface du milieu auquel il lui est naturel de surnager, il est submergé dans ce milieu par la violence de quelque agent, il tendra vers la place que le Démiurge lui a assignée, et il se mouvra jusqu'à ce qu'il y parvienne. Les corps légers se meuvent donc vers le haut, non point qu'ils tendent simplement à être appliqués contre la surface de ce qui entoure [le monde des éléments], mais parce qu'ils tendent à la place que le Démiurge leur a assignée ; c'est alors, en effet, qu'ils sont en leur meilleure disposition, qu'ils atteignent la perfection qui leur est propre. Ce n'est donc pas le lieu qui a puissance de porter les corps à leurs lieux propres ; ce sont les corps qui ont appétit (ἔφεσις) de garder la place qui leur appartient. »

Qu'un corps ne soit pas poussé ou tiré vers son lieu naturel par une force extrinsèque, émanée d'une χώρα active ; qu'il y marche en vertu d'une forme qui lui est propre, qui est encore imparfaite et mélangée de puissance, et qui tend à être pleinement en acte, il n'y a rien là, comme l'a reconnu Philopon, qui ne s'accorde fort bien avec la théorie péripatéticienne du lieu naturel ; mieux encore, ce n'est que l'exposé même de cette théorie ; mais le Grammairien n'a point tort lorsqu'il observe qu'elle ne se rattache en rien à la définition du lieu qu'Aristote a donnée.

Ce que nous venons de dire ne représente pas, tant s'en faut, tout ce qui mérite d'être remarqué dans l'œuvre de Jean Philopon. Pour combattre ce qu'Aristote avait objecté à la possibilité du mouvement dans le vide, le Grammairien est conduit à nier tous les principes essentiels de la Dynamique péripatéticienne ; en leur place, il propose des idées dont plusieurs ont préparé la Dynamique moderne ; mais nous réservons l'exposé de ces idées au prochain chapitre, dont elles fourniront la plus grande part.

XIII

LE VIDE SELON LES MÉCANICIENS. PHILON DE BYZANCE ET HÉRON D'ALEXANDRIE

De Zénon et de Chrysippe à Posidonius et à Cléomède, de ceux-ci à Jean Philopon, les Stoïciens ont développé, au sujet du vide, des pensées fort différentes de celles d'Aristote ; mais pour les justifier, ils ont suivi la même méthode que le Stagirite ; philosophes, c'est surtout au raisonnement qu'ils ont demandé l'établissement de leur Physique.

Voici, maintenant que nous allons avoir affaire à des adeptes d'une méthode toute différente, à des physiciens qui se réclameront surtout de l'expérience.

C'est par une synthèse assez étrange de l'enseignement d'Aristote et de l'enseignement des Atomistes que s'est formée la théorie professée, au sujet du vide, par deux illustres mécaniciens de l'Antiquité, par Philon de Byzance, puis par son imitateur Héron d'Alexandrie.

Les Grecs paraissent avoir songé de bonne heure à fonder sur l'impossibilité du vide la théorie du siphon et de ses multiples applications aux appareils hydrauliques.

Le premier, du moins à notre connaissance, qui ait suivi cette méthode, est Philon de Byzance, que l'on fait vivre deux siècles avant J. C. ; Philon n'était sans doute, en cette occurrence, que le continuateur de Ctésibius.

Ce n'est pas, à proprement parler, que Philon nie l'existence du vide avec la même rigueur qu'Aristote ; il attribue [1] à l'air une structure semblable à celle que lui attribuaient les atomistes : « Les savants pensent que l'air est composé de très légers corpuscules qui, à cause de leur petitesse, ne tombent pas sous le sens de la vue ni sous aucun autre sens quand ils sont séparés, et que l'air n'est sensible alors que par sa force ; mais il n'en est plus de même quand ces corpuscules sont réunis. Des savants sont d'avis que le vide a une nature physique et qu'ils se mélange au corps de

1. PHILON DE BYZANCE, *Le livre des appareils pneumatiques et des machines hydrauliques*, édité d'après les versions arabes et traduit en français par le baron Carra de Vaux *(Notices et extraits des manuscrits de la Bibliothèque Nationale*, t. XXXVIII, 1902), 4, pp. 99-100.

l'air, à cause des corpuscules légers dont celui-ci est constitué, qu'il se mélange de même aux particules des liquides et d'autres corps. Nous avons expliqué ce qui a rapport à cette question dans le discours que nous avons composé sur les instruments extraordinaires ».

Tous les corps sont donc poreux et leurs pores sont vides, en totalité ou en partie.

Les liquides ont été formés au moyen de l'air ; de là, entre eux et l'air, une communauté de nature par laquelle l'eau et les autres liquides demeurent toujours contigus à l'air, le suivent dans tous ses déplacements, sans permettre qu'entre eux et l'air, il se forme jamais un espace vide :

« Quant à la substance de l'élément liquide [1], ces savants pensent qu'il est composé avec l'air de par leur nature physique, étant joint à l'air, sans qu'il reste de vide entre eux deux. C'est pourquoi il arrive quelquefois que l'eau aille en haut, bien que la nature physique qui prédomine en elle la porte en bas ; tous les corps lourds tendent, d'ailleurs, vers le bas.

» Il est donc clair que si, parfois, l'eau se porte en haut, c'est qu'elle est tirée par l'air à cause de la continuité qui existe entre eux deux. C'est ce qui arrive, par exemple, dans la pipette avec laquelle on déguste le vin. Quand on a mis la bouche sur l'extrémité de la pipette et aspiré doucement, l'air qui était dedans est tiré et, avec lui le corps liquide qui se trouve en bas de la pipette, parce qu'il est adhérent à l'air, qu'il y soit adhérent à la façon de la glu ou par tout autre mode d'attache.....

» Il résulte de tout ce que nous venons de dire que l'eau est composée avec l'air qui y est joint de façon continue ; c'est pourquoi l'un des deux suit l'autre.....

» Cette opinion est un des fondements de ce qu'on appelle la Pneumatique, parce que cela repose sur des appareils de ce genre. Il en est ainsi seulement parce qu'il ne peut exister un lieu vide d'air, mais que, aussitôt que l'air s'en va, d'autres corps composés avec l'air prennent sa place ; et ceux-ci sont seulement poussés d'une façon naturelle. C'est là l'opinion adoptée par plusieurs physiciens, et c'est aussi la nôtre ».

Philon se montre partisan de la doctrine qui, au dire d'Aristote [2], était celle de Xuthus ; il ne croit pas à la possibilité d'un espace vide de dimensions notables, d'un vide séparé (χωριστὸν

1. PHILON DE BYZANCE, *Op. laud.*, 3, p. 100 ; 4, p. 100 ; 6, p. 102 ; 7, p. 103.
2. ARISTOTE, *Physique*, livre IV, ch. IX. (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 297 ; éd. Bekker, vol. I, p. 216, col. b).

κενόν) ; mais il regarde comme certaine l'existence de pores vides imperceptibles entre les particules qui forment les corps.

Cette doctrine est également celle qu'adopte Héron d'Alexandrie. Ses *Pneumatiques* débutent par un long préambule [1] où il ne fait que reprendre et délayer, au sujet du vide, l'enseignement de Philon ; cet enseignement, il en résume en ces termes l'idée essentielle [2] :

« A ceux qui affirment la non-existence universelle du vide, il est facile de trouver, à cet effet, de nombreux arguments et de paraître aisément les plus persuasifs par le raisonnement, alors qu'aucune démonstration expérimentale n'est jointe [à ce raisonnement]. Ce qui, toutefois, est indiqué par les effets qui nous apparaissent et qui tombent sous les sens, c'est que le vide rassemblé (κενὸν ἄθρουν) ne peut être produit que contre nature, et qu'il y a aussi un vide conforme à la nature, mais ce vide est disséminé en intervalles déliés (κενὸν κατὰ λεπτὰ παρεσπαρμένον) ; c'est que, par la compression, les corps viennent remplir ces petits espaces vides ; mais ceux qui nous proposent les persuasions des raisonnements ne possèdent absolument aucun moyen de pénétrer jusqu'à ces vérités. »

XIV

L'IMPOSSIBILITÉ DU VIDE ET L'EXPÉRIENCE. LES MÉCANICIENS. ARISTOTE ET SES COMMENTATEURS HELLÈNES

Nous venons d'entendre Héron d'Alexandrie parler avec dédain de ceux qui prétendent élucider une question de Physique, à l'aide du seul raisonnement et sans recourir à l'expérience. Héron, en effet, et son maître Philon de Byzance étaient des expérimentateurs ; c'est à l'aide d'appareils ingénieusement combinés et non

1. HERONIS ALEXANDRINI *Spiritualium liber. A Federico Commandino Vrbinate, ex Græco, nuper in Latinum versus.* Cum privilegio Gregorii XIII. Pont. Max. Urbini MDLXXV. De vacuo ; fol. 2, verso, à fol. 9, verso — HERONIS ALEXANDRINI *Opera quæ supersunt omnia.* Volumen I. Griechisch und Deutsch herausgegeben von Wilhelm Schmidt. Leipzig. 1899. Ἥρωνος Ἀλεξανδρέως Πνευματικῶν τὸ Α· περὶ κενοῦ ; pp. 4-28. — Les auteurs les mieux informés placent, aujourd'hui, la vie de Héron d'Alexandrie, vers la première moitié du premier siècle de notre ère. Quelques-uns, cependant, la font descendre jusqu'au second siècle. On trouvera la discussion complète des données sur lesquelles reposent ces diverses opinions dans l'introduction mise par M. W. Schmidt en tête du volume que nous venons de citer *(Einleitung.* Kap. I : Wann lebte Heron von Alexandria? pp. IX-XXV).

2. HÉRON D'ALEXANDRIE, *loc. cit.* ; éd. Conmandin, fol. 5, verso ; éd. W. Schmidt, p. 16.

pas à l'aide de déductions rigoureusement enchaînées qu'ils prétendaient résoudre les difficiles problèmes qui se posent au sujet du vide. La méthode qu'ils prônaient différait donc grandement de celle qu'Aristote avait suivie.

Ni Aristote ni aucun de ses commentateurs grecs n'a songé à invoquer les faits d'expérience pour démontrer qu'aucun espace vide ne se rencontre jamais dans la nature. La remarque est curieuse ; elle mérite d'être faite avec soin et justifiée avec détail.

Au début de la discussion dont, en sa *Physique*, le vide est l'objet, Aristote établit [1] que l'air est un corps. Il en donne pour exemple la rigidité du ballon fait d'une outre gonflée : « Que l'air soit quelque chose, ajoute-t-il, c'est ce que démontrent également ceux qui l'enferment dans les clepsydres — Ἐπιδεικνύουσι γὰρ ὅτι ἔστι τι ὁ ἀήρ..... καὶ ἐναπολαμβάνοντες ἐν ταῖς κλεψύδραις ».

Évidemment, en ces termes concis, Aristote fait allusion à une expérience classique et bien connue de ses lecteurs. Quelle était cette expérience ? Jean Philopon va nous le dire [2]. Après avoir répété la phrase d'Aristote, il poursuit en ces termes : « La clepsydre est un vase qui a deux ouvertures directement opposées l'une à l'autre suivant un diamètre (κλεψύδρα δέ ἐστιν ἀγγεῖόν τι ἐπ' εὐθείας κατὰ διάμετρον διατρήσεις ἔχον) ; si l'on bouche, de ce vase, une seule ouverture [celle du haut], et si on le plonge dans l'eau, on montre que l'eau n'entre pas ; en effet, comme l'air en remplit l'intérieur, l'eau n'entre pas parce que deux corps ne peuvent être en un même lieu ; mais si l'on débouche l'ouverture [qu'on avait fermée], l'eau entre aussitôt par l'autre ouverture, tandis que, par la première, l'air cède la place à cette eau ».

Que cette façon de démontrer la nature corporelle de l'air fût classique dès le temps d'Aristote, cela est vraisemblable ; nous savons d'une manière assurée qu'elle l'était après lui. Dès le début de son *Livre sur les instruments pneumatiques*, Philon de Byzance affirme [3] que l'air est un corps, et il le prouve par l'expérience que Philopon vient de nous présenter. Plus tard, Héron d'Alexandrie écrivait ses *Deux livres sur les appareils pneumatiques*, dont le préambule est, nous l'avons dit, presque textuellement emprunté à Philon ; or, dès le début de ce préambule [4],

1. ARISTOTE, *Physique*, livre IV, ch. VI.
2. JOANNIS PHILOPONI *In Aristotelis physicorum libros quinque posteriores commentaria*. In physicorum IV, 6. Ed. Hieronymus Vitelli, Berolini 1888 ; p. 608.
3. PHILON DE BYZANCE, *Le livre des appareils pneumatiques et des machines hydrauliques*, 1 et 2 ; trad. Carra de Vaux, pp. 122-123.
4. HERONIS ALEXANDRINI *Spiritualium liber* ; trad. Commandin, fol. 2, recto ; éd. W. Schmidt, pp. 4-5.

l'affirmation que l'air est un corps est formulée et justifiée par l'expérience à laquelle Aristote avait fait allusion.

A cette expérience, on en peut joindre une seconde. Qu'à l'orifice supérieur de la clepsydre, on applique fortement le pouce, et qu'on sorte l'appareil de l'eau ; l'eau qu'il contient ne s'écoulera pas. Ce n'est plus une expérience propre à montrer la nature corporelle de l'air ; on l'invoquera pour établir que la nature ne souffre aucun vide, ce qui n'était pas l'intention d'Aristote.

Ces deux expériences, qu'on peut faire successivement avec la *pipette* des laboratoires de Chimie, Simplicius les décrit l'une et l'autre en commentant l'allusion du Stagirite aux clepsydres. Il invoque [1] « ceux qui montrent les clepsydres, c'est-à-dire les preneuses (ἅρπαξ) qui n'admettent point l'eau tant qu'elles contiennent de l'air ; lorsqu'on aspire cet air, elles prennent et soulèvent (εὐθέως ἁρπάζουσι) l'eau ; elles ne la laissent point écouler, à moins qu'on enlève le doigt qui bouche l'ouverture supérieure, afin de permettre à l'air d'entrer en proportion de l'eau qui s'écoule. »

Aristote avait fait allusion à une expérience, exécutée au moyen de la clepsydre, et destinée à prouver que l'air est un corps. Sous l'influence de Simplicius, une confusion va s'établir ; on croira qu'il faisait allusion à une démonstration expérimentale de l'impossibilité du vide. Mais Simplicius ne sera que contre son gré cause de cette transformation de la pensée du Philosophe ; l'expérience qu'il a rapportée, il ne l'a pas donnée comme preuve de la non-existence du vide.

Ce qu'Aristote ni Simplicius ne prétendait faire, Philon de Byzance se proposait formellement de l'accomplir. Il entendait prouver par de multiples expériences que la nature ne permet à aucun espace vide de se produire. Il nous faut rapporter ici les plus importantes de ces expériences.

« La nature du feu, dit Philon [2], se mélange aussi avec l'air, et c'est pourquoi il est attiré avec lui. La preuve en sera dans ce que nous allons rapporter.

» Il faut prendre un œuf de plomb, de grosseur moyenne, creux, mais pas trop mince, afin qu'il se brise pas quand on le manie rapidement. Cet œuf doit être étanche, pour l'usage qu'on en veut faire. Puis on le perce ; dans le trou, on introduit un siphon dont l'extrémité pénètre dans l'œuf au point d'arriver près de sa paroi

1. Simplicii *In Aristotelis physicorum libros quattuor priores commentaria*. Edidit Hermannus Diels. In physicorum IV, 6 ; p. 647.

2. Philon de Byzance, *Le livre des appareils pneumatiques*, trad. Carra de Vaux, pp. 126-128.

inférieure, afin que l'eau s'écoule. Ce siphon doit être aussi très étanche. L'œuf est placé dans un lieu exposé au soleil. Sous l'autre extrémité du siphon, on place une coupe..... Je dis que lorsque l'œuf est échauffé à l'extérieur, une partie de l'air qui se trouve dans le siphon fuit ; et ce fait est visible aux yeux, parce que l'air, provenant du siphon, qui arrive dans l'eau, l'agite en y produisant beaucoup de globules successifs. Si ensuite vous disposez au-dessus de cet œuf un ombrage et qu'il y séjourne quelque temps, vous voyez l'eau monter de la coupe et parvenir à l'œuf. Lorsque vous enlevez l'ombrage et que l'appareil se retrouve au soleil, l'eau qui était dedans est, de nouveau, renvoyée vers la coupe. L'œuf étant remis à l'ombre, l'eau y revient, et ainsi de suite indéfiniment.

» Si vous allumez un feu et que vous l'approchiez de cet œuf de façon à l'échauffer, il se produit la même chose ; et quand l'œuf se refroidit, l'eau y revient, comme elle était. Si l'on prend de l'eau chaude et qu'on la verse sur l'œuf, il arrive encore ce que nous avons décrit.....

» Cette opinion est un des fondements de ce qu'on appelle la Pneumatique, parce qu'elle repose sur des appareils de ce genre. S'il en est ainsi, c'est seulement parce qu'il ne peut exister un lieu vide d'air, mais que, aussitôt que l'air s'en va, d'autres corps composés avec l'air prennent sa place ; et ceux-ci sont seulement poussés d'une façon naturelle. C'est l'opinion adoptée par plusieurs physiciens ; c'est aussi la nôtre.

» L'on prouve qu'il ne peut exister de lieu vide d'air ou de tout autre corps. Versez de l'eau dans un vase ; au milieu de ce vase, dressez quelque chose de semblable à un chandelier et placez-y un flambeau ; renversez sur ce flambeau une amphore dont l'orifice vienne près de l'eau ; que le flambeau se tienne au milieu de l'amphore ; laissez celle-ci un peu de temps ainsi ; vous verrez l'eau qui est dans le vase monter vers l'amphore. Cela ne peut arriver que pour la cause que nous avons dite, à savoir que l'air emprisonné dans l'amphore s'évanouit, s'use et s'en va, à cause de la présence de la flamme, et qu'il ne peut pas subsister avec elle ; et quand l'air a été dissous par le mouvement du feu, l'eau monte dans la proportion de l'air qui s'est en allé. »

Philon décrit maintenant l'expérience du siphon ; puis il poursuit en ces termes [1] :

« Construisons encore un autre vase pneumatique ; c'est un des appareils fondamentaux de cette science.

1. Philon de Byzance, *Op. laud.*, éd. cit., pp. 130-131.

» Prenons un œuf de cuivre ou d'argent ou d'autre matière au gré du constructeur ; qu'il soit creux et de la capacité d'un demi *kist*, étanche de tous les côtés. Perçons-le en un point de sa surface et introduisons par ce trou un petit tuyau. Le creux de ce tuyau est large d'un demi-doigt ; sa longueur est d'une coudée. Il adhère à l'œuf d'une façon parfaite au moyen d'une soudure d'étain, de façon à demeurer fixe dans ce trou et à ne laisser aucune fuite d'air. Perçons ensuite l'œuf, en face du tuyau, de petits trous étroits, proches les uns des autres comme les trous d'une passoire. Que ce vase soit élégant et analogue et ceux où l'on met le *nébid*.

» Pour s'en servir, on prend une coupe dans la main gauche et l'on y verse de l'eau [1] pure ; puis on tient l'extrémité du tuyau qui entre dans l'œuf, et on le plonge dans l'eau de façon à submerger tout l'œuf. Celui-ci se remplit de cette eau qui entre par les petits trous minces ; l'air passe par le tuyau qui est en face. L'opérateur bouche fortement l'ouverture du tuyau avec son pouce ; il sort l'œuf de l'eau et l'élève en l'air, sans qu'aucune partie de cette eau ne s'écoule, jusqu'à ce que l'œuf soit amené au-dessus de la coupe. L'opérateur ôte alors le pouce de dessus le tuyau et, aussitôt, l'eau s'écoule ; et si, pendant ce temps, il bouche de nouveau, avec son pouce, l'orifice du tuyau, il se produit la même chose qu'auparavant pour les causes que nous avons dites plus haut. Quand l'œuf est placé dans l'eau, l'eau entre par les trous, comme nous l'avons dit, parce que l'air passe par le tuyau ; si l'air ne passait pas, l'œuf ne se remplirait pas. Une fois l'œuf rempli et le pouce placé sur l'ouverture du tuyau, l'eau tient, sans couler hors de l'œuf, parce qu'il ne peut pas y avoir un lieu vide d'air et que l'air n'a pas le moyen d'entrer dans le tuyau, à cause du pouce qui en bouche l'orifice ; les trous qui sont dans l'œuf sont fermés par l'eau, et l'air ne peut pas soulever l'eau ni entrer audedans d'elle, parce qu'il est plus léger qu'elle, ni l'eau couler parce que ses parties qui occupent les petits trous sont très déliées et n'ont pas beaucoup de poids pour les forcer à tomber ; et chaque trou est retenu et emprisonné par le corps de l'œuf. »

Cette dernière expérience est reproduite par Héron d'Alexandrie [2], qui traite également du siphon. Mais Héron ne parle pas des deux premières expériences décrites par Philon de Byzance.

Les expériences que Philon expliquait par la nécessité d'éviter

1. Le texte dit : du *nébid* pur.
2. Heronis Alexandrini *Spiritualium liber* ; trad. Commandin, VI, fol. 16 ; éd. W. Schmidt, pp. 56-61.

la production de tout espace vide ont vivement attiré l'attention des commentateurs grecs d'Aristote ; mais ceux-ci ont absolument délaissé le principe que le mécanicien Philon de Byzance invoquait pour en rendre compte ; dans leurs exposés, le mot *vide* ne se rencontre même plus.

Voici ce qui les a conduits à parler de ces expériences :

Au cours des discussions sur la gravité absolue et la gravité relative qui terminent son traité *Du Ciel*, Aristote avait écrit [1] ce passage fort obscur : « Lorsqu'on élève le feu, l'air ne peut être mû vers le haut, au lieu du feu, que de mouvement violent ; de même l'eau est tirée lorsque sa surface est une (ὅταν γένηται τὸ ἐπίπεδον ἕν) et qu'on lui donne, par traction vers le haut, un mouvement plus fort que celui qui la porte vers le bas ; ainsi l'eau ne peut être amenée au lieu de l'air, si ce n'est de la manière que nous venons de dire. La terre ne peut éprouver la même chose parce que sa surface n'est pas une (ὅτι οὐχ ἓν τὸ ἐπίπεδον).

Pour interpréter ce texte peu clair, Alexandre d'Aphrodisias avait recours à Philon de Byzance ou aux mécaniciens de son école ; cette ascension de l'eau venant occuper la place de l'air, c'était, pensait-il, celle qu'on obtient avec une pipette ou un siphon, celle que détermine l'œuf échauffé de Philon ou bien encore celle que produisent les ventouses employées par les médecins et dont Philon [2], puis Héron [3] avaient fait mention.

Cette surface une, cet ἐπίπεδον ἕν dont parle Aristote, c'est la surface commune par laquelle l'eau est et demeure toujours contiguë à l'air. En effet, selon Philon [4], « l'élément liquide est joint à l'air sans qu'il existe de vide entre eux deux. C'est pourquoi il arrive quelquefois que l'eau aille en haut, bien que la nature physique qui prédomine en elle la porte en bas. »

Cette continuité qui oblige l'eau à suivre le mouvement de l'air, Alexandre la comparait à celle qu'une colle établit entre deux corps ; et cette comparaison, il l'empruntait encore à Philon [5] : « Il est donc clair, disait celui-ci, que si parfois l'eau se porte en haut, c'est qu'elle est tirée par l'air, à cause de la continuité qui existe entre eux deux. C'est ce qui arrive, par exemple, dans la pipette avec laquelle on déguste le vin. Quand on a mis la bouche

1. Aristote, *De Cœlo*, lib. IV, cap. V (Aristotelis *Opera*, éd. Bekker, t. I, p. 312. col b).
2. Philon de Byzance, *Op. laud.*, éd. cit., p. 125.
3. Héron d'Alexandrie *Op. laud.*, trad. Commandin, fol. 4, recto ; éd. W. Schmidt, pp. 10 11.
4. Philon de Byzance, *Op. laud.*, éd. cit., p. 124.
5. Philon de Byzance, *loc. cit.*

sur l'extrémité de la pipette et aspiré doucement, l'air qui était dedans est tiré et, avec lui, le corps liquide qui se trouve en bas de la pipette parce qu'il est adhérent à l'air, qu'il y adhère à la façon de la glu ou par tout autre mode d'attache. »

Enfin les instruments divers décrits par Philon et ses élèves ne sauraient, si on les appliquait à la terre, la soulever comme ils soulèvent l'eau, par ce que la terre n'a pas avec l'air la contiguïté parfaite qui unit l'eau à ce fluide.

Malheureusement, l'écrit qu'Alexandre avait composé sur le *De Cælo* d'Aristote ne nous est pas parvenu. Ce que nous savons de la discussion dout nous venons de parler, nous ne le connaissons que par le commentaire de Thémistius sur le même ouvrage ; et de ce dernier commentaire même, nous n'avons qu'une connaissance bien imparfaite. Il avait été traduit du Grec en Syriaque, du Syriaque en Arabe, enfin de l'Arabe en Hébreu ; aujourd'hui, texte grec, texte syriaque, texte arabe sont également perdus ; le texte hébraïque reste seul ; au XVI[e] siècle, une version latine en avait été imprimée [1] ; plus récemment, il a été lui-même publié avec une nouvelle version latine [2]. Que de trahisons ont pu s'accumuler au cours de ces traductions successives !

« L'eau, disait Alexandre, au rapport de Thémistius [3], peut-être, par violence, tirée vers le haut. Ainsi, par la cavité d'une pipette ou de quelque vase semblable, la succion de la bouche la tire vers le haut; en effet, l'extrémité inférieure de l'air qui se trouve dans la pipette, extrémité qu'Aristote appelle la surface de cet air, est liée à l'étendue de l'eau qui se trouve au-dessous d'elle; cette étendue par laquelle les deux corps ne font qu'un, il admet qu'elle est unique ; c'est-à-dire que cette surface est attirée lorsqu'on attire l'air qui se trouve dans la pipette et, avec elle, l'eau est également attirée ; celle-ci se trouve donc attirée par l'effet de la traction de l'air.... Ainsi [4] ont coutume de faire les corps lents à se mouvoir et doués de viscosité, qui servent à coller, lorsqu'on fait adhérer à ces corps un solide, un morceau de bois par exemple ou quelque chose de semblable, et qu'on le soulève ensuite...

1. THEMISTII *Peripatetici lucidissimi Paraphrasis in Libros Quatuor Aristotelis de Cælo nunc primum in lucem edita. Moyse Alatino Hebraeo Spoletino Medico, ac Philosopho Interprete. Ad Aloysium Estensem Card. Amplissimum.* Cum Privilegio. Uenetiis, apud Simonem Galiganum de Karera. MDLXXIIII.

2. THEMISTII *In libros Aristotelis de Caelo Paraphrasis, hebraice et latine.* Edidit Samuel Landauer, Berolini, MCMII.

3. THEMISTII *Op. laud.*, lib. IV; éd. 1572, fol. 64, verso, et fol. 65, recto; éd. 1902, p. 241.

4. Ce passage ne se trouve pas dans le texte publié en 1902 ; il y est remplacé par une phrase relative aux ventouses.

» Mais la terre ne pourrait, de même, être soulevée pour occuper la place de l'eau, car il ne se peut faire que l'eau et la terre soient tirées ensemble par suite de l'existence d'une surface terminale commune.

» C'est pour cette même cause, c'est parce que l'air et l'eau sont tirées en même temps grâce à cette surface par laquelle l'eau est liée à l'air,... que l'eau est attirée dans le vase que l'on échauffe. L'air, en effet, est mû par la chaleur de ce vase et, à la partie supérieure, se transforme en feu ; il attire l'eau à laquelle il est attaché et, à son tour, il est attiré par cette eau. »

Alexandre d'Aphrodisias avait sans doute lu le traité de Philon de Byzance, mais il l'avait mal lu. Philon disait que l'eau monte dans l'œuf échauffé lorsqu'on vient à refroidir cet œuf ; Alexandre veut que l'ascension de l'eau soit causée par l'échauffement même du vase. Cette confusion et les explications embarrassées qu'elle suggère à l'auteur ont contribué, par la suite, à mettre beaucoup de trouble dans la théorie de la ventouse et des appareils analogues.

Thémistius, d'ailleurs, objecte [1] à Alexandre que sa théorie est contraire à ce que nous enseigne l'expérience sensible. Qu'on atténue ou raréfie par la chaleur l'air contenu dans une ventouse, « qu'on ferme l'orifice du vase, qu'on le pose sur l'eau et qu'on enlève alors le couvercle qui clôt cet orifice ; aussitôt que l'orifice du vase touche la surface de l'eau, on voit l'eau monter dans la capacité du vase ». On ne comprend pas comment la théorie d'Alexandre peut rendre compte de cette observation.

« Alexandre dit, il est vrai [2], que si l'air est rendu moins dense et s'il est dilaté dans un plus grand volume, remplissant ainsi tout l'espace vide que contient le vase, puis s'il se contracte ensuite parce que le froid de l'eau, au moment où il la touche, le condense, il attire aussitôt l'eau qui lui est contiguë et à laquelle il cède la place ».

A cette explication, Thémistius fait des objections qui le montrent aussi mauvais physicien qu'Alexandre. Ne va-t-il pas jusqu'à contester que l'air puisse se condenser ou se dilater ? « Comment pourrait-il se faire, écrit-il, qu'un corps continu occupât un volume tantôt plus grand et tantôt moins grand, à moins qu'il n'y eût du vide répandu et diffusé dans l'intérieur des corps ? Un corps, en effet, ne peut pénétrer un autre corps. »

1. Thémistius, *loc. cit.*; éd. 1574, fol. 65, recto ; éd. 1902, p. 242.
2. Thémistius, *loc. cit.*; éd. 1574, fol. 65, recto ; éd. 1902, p. 243.

D'ailleurs, ajoute-t-il, « si l'eau que le vase vient toucher est chaude, elle est tout de même attirée par lui. » Le phénomène n'a donc pas pour cause, comme le voulait Alexandre, le refroidissement de l'air par l'eau.

Thémistius ne donne aucune raison qui, mieux que les explications de son prédécesseur, rende compte des effets dont ils disputent.

Simplicius, lorsqu'il commente le passage d'Aristote qui a donné lieu à cette querelle entre Alexandre et Thémistius, ne cite ni l'un ni l'autre de ces deux auteurs ; mais nous reconnaissons aisément qu'il admet, en grande partie, l'enseignement d'Alexandre et qu'il ne tient aucun compte des critiques de Thémistius.

« L'eau, écrit-il[1], est attirée par violence à la place de l'air, lorsque, comme le dit Aristote, une est la surface de l'air qui attire et de l'eau qui est attirée. Considérons, par exemple, les siphons et les ventouses médicinales à l'aide desquels on tire l'eau ou le sang. L'air qui attire et le liquide qui est attiré sont deux corps contigus dont chacun est borné par sa surface propre. Tant que les surfaces de ces deux corps demeurent distinctes et qu'elles sont seulement en contact l'une avec l'autre, chacun de ces deux corps demeure à sa place. Mais si ces deux surfaces viennent à se confondre en une, parce qu'un corps gazeux (πνεῦμα) ou l'échauffement les met en continuité l'une avec l'autre et en fait, en quelque sorte, le mélange, alors l'un de ces deux corps est tiré par l'autre comme s'il en était devenu une partie, pourvu que le mouvement de l'air vers le haut soit plus puissant que ne l'est le poids propre qui entraîne l'eau vers le bas ; plutôt que de délier et de séparer l'union des surfaces, l'eau se laisse tirer vers le haut comme si elle était attachée à l'air.

» Aristote résout ensuite l'objection que voici : Pourquoi donc la terre n'est-elle pas, comme l'eau, attirée vers le haut ? C'est, dit-il, parce que la surface de la terre n'est pas une. Il n'existe pas, en effet, une surface unique qui rassemble le corps de la terre en une masse cohérente, comme il arrive pour l'air et pour l'eau ; aussi la surface de la terre n'a-t-elle pas, avec les surfaces des autres corps, une communauté de nature telle que la terre soit entraînée avec ces corps. La terre s'émiette ; les surfaces de ses grains ne s'unissent pas les unes aux autres, à cause de la sécheresse de la terre ; elles ne s'unissent pas davantage aux sur-

1. Simplicii *In Aristotelis libros de Cœlo commentaria*, lib. IV, cap. V ; éd. Karsten, p. 319, col. b, et p. 320, col. a ; éd. Heiberg, pp. 723-724.

faces de l'eau et de l'air. C'est pourquoi, dit-il, la terre ne peut être tirée.

» L'eau est tirée vers le haut dans les siphons, mais, surtout, dans le vase embrasé. Si nous prenons, en effet, un vase d'étroite embouchure et que nous en plongions l'orifice dans l'eau, l'eau ne s'introduit pas dans le vase. Mais si nous avons échauffé ce vase avec de l'eau chaude, soit en l'y plongeant, soit en versant cette eau sur le fond, et si, de même, nous en plongeons l'embouchure dans l'eau, l'eau est attirée par lui et le remplit. En effet, la surface de l'eau est devenue une avec la surface de l'air contenu dans le vase ; ces surfaces ont été unies par le feu, dont c'est la propriété de confondre et d'amalgamer les choses différentes. Mais par l'échauffement, l'air contenu dans le vase est raréfié ; devenu moins dense, il occupe plus de place ; lorsqu'il vient au contact de l'eau, cet air s'unit à elle par leur commune surface ; en même temps, il est contracté par la fraîcheur de cette eau ; alors il hume cette eau et l'attire à lui ; le vase prend autant d'eau que l'air, préalablement dilaté par la chaleur, peut, en se condensant, éprouver de contraction ; aussi un vase plus échauffé hume-t-il une plus grande quantité d'eau. »

Tout en s'inspirant de l'enseignement d'Alexandre d'Aphrodisias, Simplicius a su éviter les erreurs de ce commentateur ; il n'a conservé que ce que son prédécesseur avait emprunté de bon à Philon de Byzance. Mais pas plus qu'Alexandre, pas plus que Thémistius, il n'a gardé souvenir des passages où Philon donnait ses expériences comme propres à montrer qu'un espace vide ne saurait se produire ; pas plus qu'Alexandre ni que Thémistius, il n'a même prononcé le nom du vide.

Des commentateurs d'Aristote, ceux-là mêmes qui avaient lu Philon de Byzance ou Héron d'Alexandrie n'ont pas invoqué les expériences de ces auteurs pour confirmer ce que le Stagirite avait enseigné touchant l'impossibilité du vide ; philosophes, ils n'ont pas cru que cette impossibilité pût être démontrée à l'aide d'instruments ; ils n'ont pas voulu suivre la méthode que les disciples de Ctésibius avaient tenté d'introduire en Physique.

Si nous n'avons pas, parmi eux, trouvé d'expérimentateurs, nous n'en trouverions pas davantage parmi les Néo-platoniciens que nous allons entendre disserter du lieu. Ceux-ci encore sont de purs philosophes ; ils ne se fient qu'au raisonnement déductif.

XV

LE LIEU SELON JAMBLIQUE ET SELON SYRIANUS

« Il est tout à fait ridicule de prétendre que le lieu, en tant que lieu, possède une certaine puissance ». En écrivant cette phrase, Philopon, semble-t-il, visait les anciennes doctrines pythagoriciennes et platoniciennes ; selon Archytas de Tarente, le lieu possédait une puissance active par laquelle il se bornait lui-même et bornait les corps ; selon Platon, la χώρα agissait à la façon d'un crible, séparait les uns des autres les éléments mélangés, et les conduisait à leurs lieux propres.

Ces doctrines, Philopon les devait combattre d'autant plus volontiers que les Néo-platoniciens les avaient reprises et grandement développées.

Simplicius nous apprend que Jamblique les professait de la manière la plus formelle ; c'est, du moins, ce que nous pouvons conclure de fragments empruntés, nous dit Simplicius [1], au second chapitre du cinquième livre des commentaires que Jamblique avait composés sur le *Timée*. C'est parmi ces fragments que nous trouvons le passage suivant :

« Quelle est donc la théorie qui donne du lieu une définition parfaite et conforme à son essence ? Cette théorie là fait du lieu une puissance corporelle, qui soutient et comprime les corps, qui relève ceux qui tombent et rapproche ceux qui se dispersent, qui remplit en même temps qu'eux leur étendue et les entoure de tous côtés. »

Nous reconnaissons en ces pensées un reflet non douteux de la doctrine qu'Archytas de Tarente avait professée au sujet du lieu ; nous ne saurions, d'ailleurs, nous en étonner, puisqu'à maintes reprises, Simplicius nous signale l'influence que les idées d'Archytas avaient exercées sur celles de Jamblique, alors que ce dernier rédigeait son commentaire aux *Catégories* d'Aristote ; puisqu'il nous apprend [2], en particulier, que Jamblique avait analysé le passage même où Archytas définissait la nature du lieu.

L'exemple de Jamblique fut, si nous en croyons Simplicius, suivi

1. Simplicii *Op. laud.*, lib. IV, corollarium de loco ; éd. cit., pp. 639-640.
2. Simplicii *In Aristotelis categorias commentarium.* Edidit Carolus Kalbfleisch. Berolini, 1907. Cap. IX, Περὶ τῆς ποῦ κατηγορίας ; p. 363.

par Syrianus ; voici, en effet, ce que nous lisons aux commentaires de Simplicius sur la *Physique* d'Aristote[1] :

« Parmi ceux qui attribuent au lieu une forme (εἶδος) et une puissance dominant les corps, il faut, à mon avis, ranger le grand Syrianus, qui fut le maître de Proclus le Lycien ; voici, en effet, ce qu'il a écrit au sujet du lieu dans ses commentaires sur le dixième livre des *Lois* de Platon : L'étendue (διάστημα) « est découpée en » sections et subdivisions particulières, par l'effet des raisons » diverses de l'Ame et des formes diverses du Démiurge, [raisons » et formes auxquelles elle participe] par illumination ; ces diver- » ses subdivisions sont appropriées à tel ou tel corps ; l'étendue » confère elle-même, à certaines de ses parties, des qualités telles » qu'elles deviennent la région propre (χώρα οἰκεία) du feu, celle » vers laquelle, comme il est dit au *Timée*, le feu se porte natu- » rellement ; d'autres parties, elle fait la propre région de la » terre, celle vers laquelle la terre se porte naturellement, celle » au sein de laquelle elle demeure en repos, lorsqu'elle y réside. » Voilà pourquoi, de chacun des corps qui se meuvent présente- » ment ou qui demeurent en repos contre nature[2], nous disons qu'il » admet un lieu (τόπος) ; mais ni le mouvement ni le repos de l'éten- » due (διάστημα) ne dépend de la nature des corps ; ni l'un ni » l'autre n'est produit par cette nature. »

Arrêtons-nous un instant à ce passage de Syrianus ; nous y trouvons, en effet, le premier énoncé d'une théorie que les diverses écoles néo-platoniciennes développeront à l'envi. Le début de ce passage est fort clair ; la fin, trop concise, est plus ambiguë ; nous n'en pourrons proposer qu'une interprétation problématique.

Il nous faut, tout d'abord, concevoir une étendue (διάστημα) qui, par elle-même, serait homogène et indifférenciée ; du Démiurge et de l'Ame du Monde, cette étendue va recevoir l'hétérogénéité et la différenciation. Le Démiurge, en effet, contient en lui-même une multitude de formes (εἴδεα) ; l'Ame renferme une foule de raisons (λόγοι) ; en illuminant l'étendue, le Démiurge et l'Ame y engendrent une multiplicité semblable à celle qui réside en eux-mêmes ; ils la divisent en parties et, à ces diverses parties, ils confèrent des propriétés distinctes ; chacune de ces parties devient, par là, le domaine propre (χώρα οἰκεία) de tel corps.

L'étendue est ainsi devenue l'assemblage différencié des domai-

1. Simplicii *In Aristotelis physicorum libros quattuor priores commentaria* ; lib. IV, corollarium de loco ; éd. cit., p. 618-619.
2. Le texte dit : κατὰ φύσιν ; mais il faut lire, croyons-nous ; παρὰ φύσιν.

nes propres aux divers corps. Cette sorte de réseau est-il mobile ou immobile ? Syrianus ne répond pas à cette question. Il se contente de nous dire que l'état de repos ou de mouvement de l'étendue ne dépend d'aucune manière de la nature des corps qui en occupent les diverses parties.

Actuellement, en effet, les corps ne sont pas tous en leurs domaines propres ; beaucoup d'entre eux en sont écartés, soit qu'ils se meuvent, soit qu'une violence extérieure les maintienne en repos dans un domaine qui n'est pas le leur. De ces corps-là, on dit qu'ils sont en un lieu (ἐν τόπῳ). Syrianus, au cours du fragment que Simplicius a conservé, n'explique pas cette courte affirmation. Ne veut-elle pas dire ceci : Désigner le lieu qu'occupe un corps, c'est dire quelle position il possède par rapport à ce réseau de domaines propres qu'est l'étendue différenciée ? Ce réseau n'est-il pas le terme auquel on rapporte le mouvement des corps ?

Peut-être hésiterions-nous à proposer cette interprétation de la pensée de Syrianus si nous ne savions qu'elle est conforme à la théorie proposée par un des successeurs de ce philosophe, par Damascius.

Nous ne possédons pas le commentaire que Syrianus avait composé sur les *Lois* de Platon ; à ce commentaire appartenait le passage que nous venons d'étudier ; mais nous possédons, du même auteur, un commentaire sur plusieurs livres de la *Métaphysique* d'Aristote, et dans ce commentaire, se rencontre une page qui complète heureusement celle dont nous devons la connaissance à Simplicius.

Cette page, pour établir la théorie du lieu, fait appel à des idées fort semblables à celles que les Stoïciens avaient mis en cours touchant le mélange des corps.

De bonne heure, le problème de la mixtion totale avait sollicité l'attention des Néoplatoniciens ; déjà Plotin [1] s'en était préoccupé, sans parvenir, d'ailleurs, à fixer sa conviction pour ou contre le système des Stoïciens.

Plotin rejetait formellement l'opinion de ceux qui ne voient, dans le mélange, qu'une juxtaposition (παραθέσις) des corps mêlés, « car le mélange doit produire un tout homogène, et chacune des parties, si petite soit-elle, doit être composée des deux corps que l'on dit mélangés. — Εἴπερ δεῖ τὴν κρᾶσιν ὁμοιομερὲς τὸ πᾶν ποιεῖν, καὶ ἕκαστον μέρος τὸ σμικρότατον ἐκ τῶν κεκρᾶσθαι λεγομένων εἶναι ».

1. Plotini *Enneadis IIæ* lib. VII, cap. I. Ed. Firmin Didot, p. 89.

Les préférences du Philosophe néoplatonicien semblent aller à une doctrine intermédiaire entre celle-là et celle des Stoïciens. « Ceux qui mélangent les seules qualités, qui juxtaposent la matière de chacun des deux corps à la matière de l'autre et qui, au sein de ces matières juxtaposées, répandent uniformément les qualités provenant de part et d'autre, pourraient, avec vraisemblance, argumenter contre la mixtion totale. — Οἱ μὲν οὖν τὰς ποιότητας μόνας κιρνάντες, τὴν δὲ ὕλην παρατιθέντες ἑκατέρου τοῦ σώματος καὶ ἐπ' αὐτῶν ἐπάγοντες τὰς παρ' ἑκατέρας ποιότητας, πιθανοὶ ἂν εἶεν τῷ διαβάλλειν τὴν δι' ὅλων κρᾶσιν ».

Simple juxtaposition des matières, mélange total des qualités, c'est une supposition assez singulière et contre laquelle semblent s'unir les objections auxquelles se heurtent chacun des deux systèmes qu'elle prétend concilier. De cette opinion de Plotin, d'ailleurs, Syrianus ne fera même pas mention.

Aristote examine, au XIIe livre de la *Métaphysique*, la nature des figures et des corps qui servent d'objets aux études du géomètre ; il discute, en particulier, l'opinion de ceux qui en font des êtres réels, coétendus aux corps sensibles ; cette discussion l'amène à formuler la proposition que voici [1] : « Il est impossible que deux solides coexistent en un même espace. Δύο ἅμα στερεὰ εἶναι ἀδύνατον ».

C'est contre cette proposition que Syrianus s'élève : « Puisque vous nous ramenez, dit-il [2], à des questions qui ont déjà été examinées au second livre, à ce qui a été dit en cet endroit [3], nous ajouterons que tout le monde ne regarde pas comme impossible la coexistence de deux solides. Peut-être, pour appuyer cette affirmation, ne tiendra-t-on aucun compte des Stoïciens, qui ne rejettent point la supposition selon laquelle les corps grossiers et matériels eux-mêmes se compénètrent les uns les autres ; peut-être songera-t-on plutôt à ceux qui supposent que l'étendue (τὸ διάστημα) compénètre le Monde entier, qu'elle admet, en elle-même la nature corporelle tout entière ; [selon ces philosophes], cette

1. ARISTOTE, *Métaphysique*, livre XII, ch. II (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 611 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1076, col. b).

2. SYRIANI *Antiquissimi interpretis in II, XII et XIII Aristotelis libros Metaphysices Commentarius, a Hieronymo Bagolino, præstantissimo philosopho, latinitate donatus* In Academia Veneta, MDLVIII. (In Aristotelis lib. XII, cap. II) fol. 44, recto et verso ; fol. 45, recto. — *Scholia in Aristotelem. Supplementum*, p. 880, col. b ; p. 881, coll. a et b (ARISTOTELIS *Opera*. Edidit Academia Regia Borussica. Vol. V. *Aristotelis qui ferebantur librorum fragmenta. Scholiarum in Aristotelem supplementum. Index Aristotelicus*. Berolini, 1870). — SYRIANI *in Metaphysicam commentaria*. Edidit Guilelmus Kroll. Berolini, MCMII, pp. 84-86.

3. SYRIANI *Commentarius* ; éd. 1558, fol. 21, verso ; éd. 1870, p. 852, col. a ; éd. 1902, p. 28.

étendue est divisible en même temps que l'air et que les autres corps [qu'elle compénètre], mais elle ne pratique, dans ces corps, aucune coupure et n'en éprouve aucune de leur part ; fixe, rigide, immobile, exempte de tout changement, elle est établie dans le monde entier ; à chacun des êtres qui remplissent le monde des apparences [sensibles], elle confère un domaine (χώρα), un réceptacle, une borne, un contour et toute chose semblable. Ces philosophes, d'ailleurs, déclarent ouvertement que cette étendue (διάστημα), que ce lieu (τόπος) n'est point un simple corps mathématique ; il ressemble, toutefois, au corps mathématique en ce qu'il est immatériel, immobile, impalpable, dénué de toute résistance et absolument pur de toute qualité passive.....

» Mais pourquoi avons-nous agité tout ce discours ? Pour montrer qu'au gré de ces philosophes, au gré de tous ceux qui attribuent aux corps simples et immatériels le pouvoir de se compénétrer les uns les autres sans se diviser, il n'est pas impossible que deux corps solides coexistent ; ils déclarent seulement que l'occupation simultanée d'un même lieu par deux corps solides matériels et résistants est absolument impossible ; les corps immatériels sont semblables à des lumières qui émanent de différentes lampes et qui se répandent dans toute l'étendue d'une même salle ; ces lumières éclairent en se traversant les unes les autres sans se confondre ni se diviser ; peut-être voudra-t-on prétendre que ces lumières ne sont pas corporelles ; du moins sont-elles coétendues aux corps et, comme eux, disposées suivant les trois dimensions ; si rien ne les empêche d'occuper, les unes et les autres, un même lieu et d'occuper le même lieu que les corps, c'est seulement parce qu'elles sont simples, immatérielles, qu'elles peuvent être divisées sans se résoudre en parties séparées, que chacune d'elles demeure toujours en continuité avec sa source, qu'elle est reliée à cette source, en sorte qu'elle est présente lorsque cette source luit et qu'elle disparaît lorsque la source est enlevée. Rien non plus n'empêche que les corps simples, ceux qui sont reliés aux âmes, ne fassent de même. »

C'est Syrianus lui-même qui nous invite, en ce passage, à comparer sa théorie du lieu à la théorie stoïcienne de la compénétration mutuelle des corps ; il insiste, il est vrai, sur la différence qu'il prétend établir entre ces deux théories ; selon lui, pour que deux corps puissent, en même temps, occuper le même lieu, il faut et il suffit que l'un au moins d'entre eux soit immatériel ; au contraire, dit-il, les Stoïciens admettent la compénétration mutuelle de deux corps matériels. Cette allégation n'est point entièrement exacte ;

pour que deux corps puissent se compénétrer, les Stoïciens veulent, eux aussi, que l'un au moins d'entre eux soit un πνεῦμα dépourvu de ὕλη ; deux corps pourvus de ὕλη sont, pour les Stoïciens comme pour Syrianus, impénétrables l'un à l'autre. Ce qui est vrai, c'est que Syrianus regarde comme matériels les souffles que les Stoïciens déclarent immatériels ; les corps qu'il nomme purs et immatériels, qu'il considère comme entièrement perméables aux autres corps, sont, pour lui, des corps beaucoup plus subtils, beaucoup moins palpables et résistants que n'est l'air ; la lumière lui paraît propre à nous donner une idée de ces corps ; mais, cette lumière, Chrysippe l'avait déjà prise comme exemple de la façon dont les souffles se comportent à l'égard des autres corps.

Si donc Syrianus conçoit comment l'étendue, différenciée et découpée en domaines propres, se laisse pénétrer par les corps naturels et sensibles, c'est qu'il assimile ce διάστημα au πνεῦμα stoïcien, mais à un πνεῦμα subtilisé.

Admet-il que l'étendue exerce des forces sur les corps sensibles, qu'elle entraîne chacun d'eux vers le domaine qui lui est propre, comme le souffle des Stoïciens, par les pressions et les tensions qu'il produit, meut les corps au sein desquels il s'infuse ? Les passages que nous avons cités n'apportent, à cette question, aucune réponse positive ou négative. Mais Simplicius met formellement Syrianus au nombre de ceux qui accordent au lieu une puissance par laquelle il exerce son emprise sur les corps (δύναμις τῶν σωμάτων ὑπερτέρα) ; nous devons accepter son témoignage, qu'informaient des documents aujourd'hui perdus ; nous devons penser qu'à l'imitation de Jamblique, Syrianus accordait au lieu un certain pouvoir d'agir sur les corps.

XVI

LE LIEU SELON PROCLUS

Simplicius nous a rappelé que Syrianus avait été le maître de Proclus de Lycie. Vers 450, Proclus remplaça Syrianus à la tête de l'École d'Athènes, qu'il devait occuper jusqu'à sa mort (485) ; c'est alors qu'il reçut le surnom de Diadoque (ὁ διάδοχος, le successeur). Or, ce n'est pas en vain que Simplicius, à propos de la théorie du lieu, a rappelé cette paternité intellectuelle de Syrianus à l'égard de Proclus, car les opinions que celui-ci professe à

ce sujet procèdent en grande partie des opinions que celui-là avait émises.

Ce que Proclus disait du lieu, Simplicius nous le fait connaître [1] par une citation textuelle de l'auteur néo-platonicien.

« Le lieu, dit Proclus, est un corps immobile, continu, exempt de matière. — Ἔστιν ἄρα ὁ τόπος..... σῶμα ἀκίνητον, ἀδιαίρετον, ἄϋλον. »

Qu'entend Proclus en disant que le lieu est *un corps exempt de matière ?* La suite de son discours va nous l'apprendre : « C'est un corps beaucoup moins matériel que tous les autres, beaucoup moins que la matière dont sont formés les corps qui se meuvent. Or, parmi les corps qui se meuvent, la lumière est le plus simple, car le feu est le moins corporel des éléments, et la lumière est émise par le feu ; la lumière est donc le plus pur de tous les corps ; partant, c'est elle qui est le lieu.

» Il nous faut, dès lors, imaginer deux sphères ; l'une est formée uniquement de lumière, l'autre d'une foule de corps divers ; ces deux sphères ont exactement même volume ; nous fixerons la première de telle sorte qu'elle ne tourne pas autour de son centre ; nous ferons coïncider la seconde avec la première, mais, en même temps, nous lui communiquerons un mouvement de rotation ; nous verrons alors le Monde entier se mouvoir au sein de la lumière, qui demeurera immobile ; quant à l'Univers, il demeure immobile dans son ensemble, ce en quoi il ressemble au lieu, mais chacune de ses parties se meut, ce en quoi il diffère du lieu ».

La doctrine de Proclus diffère, en réalité, bien moins qu'il ne paraît de la théorie selon laquelle le lieu est identique à l'espace. Ceux qui — tel Jean Philopon — soutiennent cette dernière théorie proclament, assurément, que le lieu considéré par eux est absolument incorporel, qu'il n'existe pas par soi, que l'abstraction seule le distingue du corps logé ; mais ensuite, ils déclarent que le lieu est immobile, c'est-à-dire qu'en un lieu toujours le même se succèdent des corps différents ; il est donc clair qu'ils regardent le lieu comme une chose qui peut subsister sans qu'il y ait permanence du corps logé ; partant, il est sûr qu'en dépit de leurs dénégations, ils font du lieu une certaine substance dont l'existence, indépendante de celle des corps, lui est seulement simultanée ; sans qu'ils le veuillent, le lieu qu'ils considèrent se

1. Simplicii *In Aristotelis physicorum libros quattuor priores commentaria.* Lib. IV, corollarium de loco ; éd. cit., p. 612.

transforme en un certain corps immobile qui compénètre les corps mobiles. Cette inconsciente matérialisation du lieu devient bien visible lorsque Jean Philopon admet que ce qu'il nomme espace peut être borné par une surface identique à celle qui circonscrit l'ensemble des corps ; la pensée du Grammairien vient ici, contre sa volonté, rejoindre exactement celle de Proclus.

Celle-ci, d'ailleurs, cherche à rejoindre la doctrine de Platon.

Le lieu, tel que Proclus le conçoit, est animé et vivant [1] ; et cependant, bien qu'animé, il demeure immobile ; étant, en effet, privé de matière, il est incapable d'exercer comme de subir aucune action.

La vie qu'il possède, le lieu la reçoit de l'Ame du Monde qui est la source de toute vie.

L'Ame du Monde se meut elle-même, et cela de deux manières ; elle est, en premier lieu, principe d'un mouvement qui demeure au sein de sa propre essence (κατ' οὐσίαν) et, comme telle, nous la disons immobile ; elle est, en second lieu, principe d'un mouvement qui se manifeste dans son activité (κατ' ἐνέργειαν) et, comme telle, nous l'appelons motrice.

C'est à la première des deux vies de l'Ame, à celle qui demeure dans l'essence, que participe le lieu, en sorte qu'il n'éprouve aucun changement et demeure immobile. Le Monde, au contraire, participe à la vie active de l'Ame, à celle par laquelle elle joue le rôle de moteur ; il est donc mobile.

D'ailleurs, le lieu est le premier des êtres auxquels l'Ame communique la vie ; c'est par l'intermédiaire de la vie du lieu qu'elle fait vivre le monde des corps pourvus de matière ; grâce à la vie immobile et immuable qu'il a reçue de l'âme, le lieu communique aux corps matériels le mouvement par lequel chacun d'eux tend à occuper son lieu naturel.

Ainsi donc l'Ame, source de vie (πηγαία ψυχή), possède une vie incorporelle et exempte de tout changement ; les corps matériels sont doués d'une vie corporelle qu'accompagnent des changements incessants ; entre ces deux vies, se place, à titre d'intermédiaire, la vie du lieu ; elle est corporelle, mais ne connaît pas le changement.

Telles sont, selon Simplicius, les grandes lignes de la doctrine développée par Proclus.

Cette théorie du lieu ne paraît pas, d'ailleurs, être la seule que Proclus ait proposée ; au rapport de Simplicius, il en a également

1. Simplicius, *Ibid.*, p. 613.

indiqué une autre qui se tient beaucoup plus près des idées d'Aristote et de Thémistius.

Selon celle que nous venons d'indiquer, le lieu est un corps dénué de matière, répandu dans toute l'étendue de la sphère du Monde, qui se laisse compénétrer par tous les corps sensibles, et au sein duquel les corps sensibles se meuvent sans en troubler l'immobilité : « Si le lieu était pourvu de matière, dit Proclus [1], il ne pourrait être continu ; tout corps matériel, en effet, au sein duquel se meuvent d'autres corps matériels, subit une division de la part de ces corps ; c'est ce qui a lieu lorsque notre corps se plonge dans l'eau. » En cette doctrine donc, comme en celle de Syrianus, le lieu et le corps se compénètrent.

Selon la seconde doctrine de Proclus, il semble que le lieu d'un corps soit, comme en la Physique d'Aristote, ce qui enveloppe ce corps. Nous avons dit à quelle difficulté se heurtait cette théorie. Pour trouver aux divers corps mobiles un lieu définitif qui fût immobile, elle était amenée à chercher, aux limites du Monde, une enceinte en repos ; cette enceinte fixe, elle ne la trouvait pas, puisque au gré d'Aristote, la sphère suprême se meut de la rotation diurne ; de là, l'embarras qui se remarque dans la théorie d'Aristote et, plus encore, dans celle de Thémistius.

Cet embarras prendrait fin si, par delà les orbes célestes mobiles, il existait un dernier orbe immobile ; cet orbe fournirait alors, à tous les corps de l'Univers, l'enceinte fixe qui leur doit servir de lieu ; la pensée péripatéticienne parviendrait sans illogisme à son achèvement.

Or, selon Simplicius [2], certaines Cosmologies croyaient à l'existence de cette sphère ultime et immobile : « Par delà ce Monde, la Théologie assyrienne place un autre corps plus divin que les autres, le ciel éthéré (τὸ αἰθέριον) ; c'est également ce corps qu'Orphée concevait lorsqu'il disait : « Entourez toutes choses de » l'éther indéfinissable, et que le ciel en occupe le milieu. »

Les progrès de l'Astronomie semblent, d'ailleurs, propres, de l'avis de Simplicius, à rendre vraisemblable l'existence d'une telle sphère. En découvrant le phénomène de la précession des équinoxes, Hipparque a montré que la sphère des étoiles était mue de deux rotations ; les astronomes ont alors été amenés à concevoir, par delà l'orbe des étoiles, un autre orbe dénué d'astre ; à celui-ci, ils ont attribué le mouvement diurne, tandis qu'à celui-là, ils gardaient seulement une lente précession d'occident

1. SIMPLICIUS, *loc. cit.*, p. 612.
2. SIMPLICIUS, *loc. cit.*, p. 643.

en orient. Pourquoi, au delà de la sphère sans astre du mouvement diurne, n'imaginerait-on pas un autre orbe, sans astre et immobile, qui serait le lieu fixe de tous les autres corps ?

Ces considérations, Simplicius les conclut en ces termes : « Puis donc, comme je l'ai dit en commençant, Proclus avait recueilli des anciens maint témoignage de l'existence, par delà le Monde, de ce corps plus divin que les autres, c'est avec raison qu'il a pris ce corps pour lieu de tout ce Monde universel. »

Cette phrase de Simplicius nous présente Proclus comme le premier philosophe qui ait songé à prendre pour lieu du Monde, pour terme fixe auquel tous les mouvements doivent être rapportés, une sphère immobile située par delà tous les cieux. Après que les théologiens catholiques auront enseigné qu'au-dessus des orbes mobiles, il existe un Empyrée immobile, Campanus de Novare, reprenant la pensée de Proclus, proposera de regarder cet Empyrée comme le lieu fixe de tous les corps de l'Univers. Suivant une idée toute semblable, Copernic, lorsqu'il aura fixé aux confins du Monde l'orbe des étoiles fixes, prendra cet orbe pour lieu invariable auquel tous les corps mobiles doivent être rapportés. Il importait de signaler, à l'heure même où nous la voyons naître, une hypothèse qu'attendait une si durable fortune.

XIV

LE LIEU SELON DAMASCIUS ET SIMPLICIUS

Venons à la théorie du lieu que le philosophe Damascius, élève et successeur de Proclus le Diadoque, développa durant la première moitié du VIe siècle de notre ère. Simplicius, qui a été disciple de Damascius, nous donne [1] une exposition très complète de cette théorie ; nous trouvons même, dans les commentaires de l'élève, des citations textuelles du traité Περὶ ἀριθμοῦ καὶ τόπου καὶ χρόνου [2] composé par le maître.

Le point de départ de la théorie de Damascius est celui-ci : Tout corps possède un attribut, inséparable de lui, qui est sa *position*, θέσις. Le maître de Simplicius ne paraît pas avoir défini

1. Simplicii *Op. laud.*, lib. IV, corollarium de loco ; éd. cit , pp. 624-645.
2. C'est le titre indiqué par Simplicius, *Op. laud.*, lib. IV, corollarium de tempore ; éd. cit., p. 774.

cet attribut ; il s'est bien plutôt attaché à en distinguer les diverses espèces.

On peut discerner en effet, selon lui, deux *positions* d'un corps : l'une est la position *propre* du corps ou, comme nous dirions plus volontiers aujourd'hui, la *disposition* de ses diverses parties ; l'autre est la position du corps dans l'Univers.

Parmi les positions propres du corps, il en est une qui, plus que toute autre, convient à sa nature ; ses diverses parties sont alors disposées de la manière la mieux adaptée à la perfection de la forme. De même, parmi les positions du corps dans l'Univers, il en est une qui est la meilleure possible ; elle est, pour ce corps, la *position naturelle*.

Le lieu (τόπος) n'est pas la position (θέσις) ; il en est distinct comme le temps est distinct du mouvement ; selon Aristote, le temps est la mesure numérique (ἀριθμός) du mouvement ; de même, selon Damascius, le lieu est l'ensemble des mesures géométriques (μέτρον) qui servent à fixer la position. Voici en quels termes Simplicius formule [1] le principe de la théorie de son maître : « Il paraît donc que le lieu est la mesure de la position des corps qui sont placés, tout comme on dit que le temps est le nombre qui mesure le mouvement des corps qui se meuvent. Ἔοικεν οὖν ὁ τόπος μέτρον εἶναι τῆς τῶν κειμένων θέσεως, ὥσπερ ὁ χρόνος ἀριθμὸς λέγεται τῆς τῶν κινουμένων κινήσεως. »

Pour traduire le mot μέτρον, employé par Damascius et Simplicius, nous avons dit : *mesure géométrique ;* nous sommes assurés d'avoir ainsi rendu d'une manière exacte la pensée de Damascius, car en un passage de son livre, cité [2] par son disciple, nous lisons que la mesure propre à déterminer le lieu détermine également la grandeur.

Selon Damascius, donc, le *lieu* est un ensemble de mesures géométriques ; mais cet ensemble de grandeurs accessibles aux procédés du géomètre sert seulement à décrire, à déterminer un attribut du corps, la *position* ; cet attribut est essentiellement distinct du lieu, qui n'en est que la mesure ; la nature de cet attribut est inaccessible aux méthodes de la Géométrie.

Simplicius développe [3] la théorie du lieu que Damascius a posée ; il la compare à la théorie d'Aristote, afin de montrer comment

1. Simplicii *Op. laud*, lib. IV, corollarium de loco ; éd. cit., p. 627.
2. Simplicius, *loc. cit. ;* éd. cit., p. 645. — Sur ce point, d'ailleurs, Simplicius ne s'accordait pas avec son maître ; il voulait que la mesure de grandeur fût distincte de la mesure de lieu (Simplicii *Op. laud.*, lib. IV, corollarium de tempore ; éd. cit., p. 774).
3. Simplicius, *loc. cit. ;* éd. cit., pp. 629-639.

elle évite ou franchit les obstacles qui hérissaient la voie suivie par le Stagirite.

Selon la doctrine de Damascius, l'Univers est en un lieu tout aussi bien que ses diverses parties.

S'il existe pour chacune des parties de l'Univers une *position* meilleure que toute autre, il existe aussi, pour l'Univers entier, une *disposition* qui surpasse toutes les autres en perfection : et cette bonne disposition de l'Univers est précisément celle qui résulte de la bonne position de chacune de ses parties, en sorte que l'Univers a sa *disposition naturelle* lorsque chacun des corps qui le composent se trouve en sa *position naturelle* ou *essentielle* (θέσις οἰκεία, θέσις οὐσιώδης).

Les mesures géométriques qui déterminent la position naturelle de chacune des parties, déterminent, par là-même, la disposition naturelle de l'ensemble ; le *lieu naturel* des divers corps qui composent l'Univers est, par le fait, le *lieu naturel* de l'Univers.

Un corps n'est pas toujours en sa position naturelle ; il peut être en une position adventice ou étrangère (θέσις ἀλλοτρία) ; tandis que la première est immuable, la seconde peut changer d'un instant à l'autre ; en même temps que la position change, le lieu, qui en est la mesure, change également, en sorte que le corps se meut de mouvement local.

Mais ce qu'on vient de dire d'un corps, on peut le répéter de l'ensemble des corps, c'est-à-dire de l'Univers. Si la disposition naturelle de l'Univers est unique, les dispositions adventices qu'il peut prendre sont innombrables ; la disposition de l'Univers, en ce moment, est différente de celle qu'il présentera dans une heure ; l'Univers entier est donc capable de mouvement local comme le sont ses diverses parties, et le mouvement local du Monde n'est que l'ensemble des mouvements locaux des corps qui le composent.

Selon les théories qui diffèrent de la doctrine de Damascius et de Simplicius, le lieu est séparable du corps qui y est logé ; lorsqu'un ensemble de corps se meut, un même lieu reçoit successivement des corps différents. La même proposition ne peut plus être formulée, du moins sans précautions, par ceux qui admettent l'opinion de Damascius et de son disciple. La position d'un corps n'est pas séparable de ce corps. Lorsqu'un corps se meut, il prend, en un second instant, une position différente de celle qu'il occupait au premier instant ; mais il serait inexact de dire que sa première position subsiste au second instant, et qu'elle est, alors, devenue la position d'un autre corps ; la position n'est pas une chose qu'un

corps puisse céder à un autre corps. Lorsqu'un corps en mouvement vient occuper une nouvelle position, son ancienne position cesse purement et simplement d'exister ; de même, si un corps passe du noir au blanc, à l'instant où il est devenu blanc, sa noirceur a purement et simplement cessé d'être ; elle n'a point persisté pour devenir la noirceur d'un autre corps.

Je me meus dans l'air ; il ne faut pas croire qu'une partie de l'air va *abandonner* la place qu'elle occupait et que je vais *prendre* la place délaissée par cette masse d'air. « Les lieux [1] ne se conservent pas pour être occupés successivement par moi, durant mes déplacements, lorsque je pars d'ici pour aller là. Ce qui subsiste, c'est la totalité du milieu ambiant. Dans le lieu actuel de cet air, il est une partie dont la mesure géométrique est capable de devenir ma mesure en un instant prochain ; et de même, à la condition que je me déplace, je suis en puissance d'une position dont la détermination géométrique coïncide avec la mesure de la position actuellement occupée par cette partie du milieu ambiant. Par là je puis, en un prochain instant, me conformer à cette mesure, et la détermination de ma propre position, détermination qui est mon lieu, peut être donnée par cette même mesure. Alors, quelque chose qui fait actuellement partie du lieu de l'air servira à mesurer ma propre configuration et à fixer ma position relativement à l'ensemble de l'air. — Οὐδὲ γὰρ ἐπὶ ἡμῶν ἐν ταῖς μεσταστάσεσιν οἱ τόποι σῴζονται, ὅταν ἔνθεν ἐκεῖσε μεταβαίνω, ἀλλ' ἡ ὁλότης ἐστὶν ἡ σωζομένη τοῦ περιέχοντος καὶ ὁ ἐκείνης τόπος δυνάμενος καὶ αὖθις κατά τι μέρος συμμέτρως ἔχειν πρὸς τὸ ἐμὸν διάστημα· ὥσπερ καὶ ἐγὼ καίτοι μεταστὰς ὅμως δυνάμει ἔχω τὴν πρὸς τὸ μέρος ἐκεῖνο τῆς ὁλότητος καὶ τὸν ἀφορισμὸν τῆς θέσεως αὐτοῦ συμμετρίαν. Διὸ καὶ αὖθις αὐτῷ δύναμαι συναρμόζεσθαι, καὶ τὸν ἀφορισμὸν τῆς ἐμῆς θέσεως, τουτέστι τὸν τόπον, ἴσχειν κατ' ἐκεῖνον, ὅταν ὁ τοῦ ὅλου ἀέρος τόπος κατά τι ἑαυτοῦ τὴν ἐμὴν διάστασιν μετρήσῃ καὶ συντάξῃ με τῇ τοῦ ἀέρος ὁλότητι. »

Selon les doctrines autres que celles de Damascius, le mouvement nécessitait l'existence d'un terme fixe ; pour que les corps célestes pussent se mouvoir, par exemple, il fallait, de toute nécessité, qu'il existât ou bien un corps immobile, ou bien un espace immobile ; rien de semblable dans la théorie dont Simplicius s'est fait le défenseur. « Bien que l'on n'identifie [2] le lieu ni à un corps fixe, ni à un espace immobile, rien n'empêche les corps célestes de se mouvoir. — Ὥστε κἂν μηδὲν ἀκίνητον προϋποτεθῇ

1. Simplicius, *loc. cit* ; éd. cit., p. 632.
2. Simplicius, *loc. cit* , éd. cit., p. 633.

σῶμα ἢ διάστημα ὁ τόπος, οὐδὲν κωλύεται κατὰ τόπον τὰ οὐράνια κινεῖσθαι. »

La *position* d'un corps peut changer, en effet, sans qu'aucun autre corps garde une position invariable, en sorte que le mouvement local ne suppose l'immobilité d'aucun corps. Là où il devient nécessaire de posséder un terme immobile, c'est lorsqu'on veut que ce changement de position nous devienne perceptible à l'aide du changement de certaines grandeurs géométriques ; qu'il n'existe aucun corps fixe, cela ne met aucun obstacle à la possibilité intrinsèque du mouvement local, mais cela nous empêche de reconnaître et de déterminer les changements de lieu qui correspondent à ce mouvement. « Le Ciel [1] continuerait à tourner de la même manière lors même qu'il n'existerait ni orient ni occident ni méridien ; mais nous n'aurions aucun moyen d'en reconnaître les diverses positions. — Ἐι οὖν μήτε ἀνατολὴ μήτε δύσις εἴη μήτε μεσουράνημα, κινηθήσεται μὲν ὁμοίως ὁ Ὀυρανός, ἡμεῖς δὲ τῶν διαφόρων θέσεων τεκμήρια οὐχ ἕξομεν. »

Ce n'est pas que la doctrine de Damascius et de Simplicius ne reconnaisse un lieu fixe ; la disposition la meilleure que puisse affecter l'Univers est quelque chose de déterminé et d'immuable ; il en est de même de la mesure, de la définition géométrique de cette position, c'est-à-dire du *lieu naturel* de l'Univers.

« La définition [2] de la position essentielle du Tout demeure toujours la même, que l'Univers se meuve ou qu'il demeure en repos ; mais cette définition-là demeurant invariable, la multitude des autres positions incessamment variables qui se trouvent engendrées constitue une sorte de développement ; car la position essentielle unique de l'Univers contient toute position possible de cet Univers ; elle contient, de même, toute position de chacune des parties de l'Univers. — Ὁ γὰρ τοῦ ὅλου τῆς θέσεως οὐσιώδης ἀφορισμὸς ὁ αὐτὸς ἀεὶ μένει, κἂν κινῆται τὸ πᾶν κἂν ἑστήκῃ · τοῦ δὲ μένοντος ἐκείνου τὸ πλῆθος τῶν ἄλλοτε ἄλλων γινομένων θέσεων οἷον ἀνέλιξίς τίς ἐστι. Πᾶσαν γὰρ θέσιν τοῦ παντὸς ἡ μία ἡ οὐσιώδης περιέχει. Ὁμοίως δὲ καὶ τῶν μορίων ἑκάστου. »

Ce lieu immobile formé par la position qu'aurait l'Univers, par les positions qu'auraient chacune de ses parties, si le tout et les parties prenaient leur meilleure disposition, le caractère idéal en est admirablement décrit par Damascius dans ce passage que nous a gardé son disciple [3] :

1. Simplicius, *loc. cit.* ; éd. cit., p. 634.
2. Simplicius, *loc. cit.* ; éd. cit., p. 632.
3. Simplicius, *loc. cit.* ; éd. cit., p. 645.

« Ce lieu est une sorte de plan de la position même de l'Univers et de chacune de ses parties ; c'est, pour ainsi dire, le moule auquel doit se conformer ce qui s'y trouve logé s'il veut être placé d'une manière convenable, ne point être en désordre et se comporter conformément à sa nature. Οἷον προϋπογραφή τις αὐτὸς ὢν τῆς τε ὅλης θέσεως καὶ τῶν μορίων αὐτῆς καὶ ὡς ἄν τις εἴποι τύπος, εἰς ὃν ἐνηρμόσθαι χρὴ τὸ κείμενον, εἰ μέλλοι κεῖσθαι κατὰ τρόπον καὶ μὴ συγκεχύσθαι καὶ παρὰ φύσιν ἔχειν. »

Le lieu naturel de l'Univers demeure donc immobile lors même que tous les corps du Monde seraient en mouvement ; il est apte, dès lors, à jouer le rôle pour lequel Aristote réclamait l'immobilité du lieu ; il fournit le repère auquel on peut rapporter les positions actuelles de tous les corps mobiles, le terme immuable qui permet de discerner les mouvements.

Telle est la doctrine de Damascius, complétée par les réflexions de Simplicius. Les considérations que nous avons rapportées en dernier lieu renferment, à notre avis, ce par quoi elle surpasse la théorie d'Aristote.

Selon le Stagirite, la possibilité même du mouvement local est subordonnée à l'existence actuelle et concrète d'un corps immobile, qui est le lieu des corps mobiles.

Selon Damascius et Simplicius, l'existence du mouvement local ne suppose l'immobilité d'aucun corps ; seule, la description géométrique de ce mouvement doit être rapportée à un repère fixe ; mais ce repère, qui est le lieu naturel de l'Univers, n'est réalisé, d'une manière actuelle, par aucun corps concret ; les divers corps qui composent l'Univers n'ont pas actuellement leur disposition naturelle ; le terme immuable auquel les mouvements sont rapportés n'est pas un corps sensible et palpable ; c'est un être idéal que, seule, la Science physique définit et détermine.

Ce caractère essentiel de la théorie du lieu, proposée par Damascius et adoptée par Simplicius, se comprend peut-être mieux encore si l'on compare cette doctrine à la première théorie de Proclus.

Selon Proclus, la surface sphérique qui borne le Monde délimite à la fois deux sphères exactement superposées l'une à l'autre ; ces deux sphères sont, l'une et l'autre, réelles et corporelles ; l'une d'elles, formée de lumière, est immobile et constitue le lieu ; l'autre, composée de tous les corps matériels, est mobile au sein de la première qu'elle compénètre.

Selon Damascius et Simplicius, la même surface sphérique délimite encore deux sphères exactement superposées l'une à

l'autre. Une de ces deux sphères est corporelle et matérielle ; elle est formée de tous les corps, constamment mobiles, que contient l'Univers. L'autre est purement idéale ; elle est formée par l'ensemble des positions propres et essentielles de ces mêmes corps.

La théorie de Syrianus prend place entre la théorie de Proclus et celle de Damascius ; l'étendue qui, selon Syrianus, sert de lieu aux corps naturels et qui est, comme le lieu immobile de Damascius, l'ensemble des domaines propres de ces corps, est assurément plus parfaitement exempte de matière que la sphère de feu très pur, de lumière considérée par Proclus ; cependant, cette étendue, ce διάστημα est encore un corps ; Syrianus l'affirme d'une manière formelle. Au contraire, la disposition naturelle de l'Univers, à laquelle Damascius rapporte tout lieu et tout mouvement, n'est pas un corps ; Simplicius prend soin de citer[1] « notre Damascius » parmi les philosophes qui regardent le lieu comme incorporel (ἀσώματος).

Mais n'allons pas exagérer la portée de cette affirmation. En déclarant que le lieu est incorporel, ni Damascius ni Simplicius n'entendent le priver de toute réalité ; ils ne songent aucunement à le regarder seulement comme un concept, comme une simple fiction de notre esprit.

Nous avons déjà cité une comparaison, établie par Simplicius[2], entre la théorie du temps et la théorie du lieu ; cette comparaison est, ici, bien instructive.

Selon le parallèle que développe Simplicius, le lieu naturel ou essentiel (ὁ τόπος οὐσιώδης) correspond au temps primordial et substantiel (ὁ χρόνος πρῶτος, ὁ χρόνος ἐν ὑποστάσει) ; le premier est immobile et le second exempt d'écoulement. Au contraire, la position adventice, la θέσις, correspond au temps fluent ; ce temps comme cette position existent au sein des choses changeantes que les sens révèlent à notre âme ; le temps qui s'écoule est la mesure du mouvement par lequel change la position adventice.

Or le temps primitif, le temps substantiel n'est point du tout, au gré de Damascius, une fiction de notre esprit ; bien au contraire, notre esprit n'en saurait acquérir la pleine intuition ; il peut seulement en démontrer l'existence. Ce temps premier et substantiel existe seulement au sein de la Nature, où il demeure éternel et immuable.

Il est clair que Damascius et Simplicius attribuent au lieu essentiel la même sorte d'existence qu'au temps essentiel ; il est clair

1. Simplicius, *loc. cit.*; éd. cit., p. 601.
2. Simplicius, *loc. cit.*; éd. cit., pp. 638-639. — *Vide supra*, p. 267.

qu'ils en font une forme éternelle et immuable qui réside en la Nature, c'est-à-dire en cet être mis par le Néo-platonisme immédiatement au-dessous de l'Ame du Monde, au dernier rang des hypostases divines.

Ce lieu essentiel, cet ordre naturel du Monde, c'est donc la forme qui conférerait au Monde sa perfection, celle qu'il tend à reconquérir lorsqu'il en a été écarté par violence ; le lieu essentiel est ainsi la cause finale de tous les mouvements naturels qui se remarquent dans l'Univers ; c'est pourquoi Simplicius nous dit [1] que le lieu est, pour Damascius, « ce qui travaille à la perfection des corps, τόπος..... τελεσιουργὸς τῶν σωμάτων ».

Évidemment, le lieu essentiel travaille à la perfection des corps en conférant à chacun d'eux le désir, l'appétit de son domaine propre. Que ce soit la pensée de Damascius, nous le pourrons conclure d'un passage écrit par Théophraste et que Simplicius cite [2] parmi ceux dont son maître a pu s'inspirer pour construire sa théorie du lieu. En effet, Théophraste écrivait dans ses *Physiques :*

« Peut-être le lieu n'a-t-il par lui-même aucune espèce d'essence, mais est-il simplement dénommé par la place et la position des divers corps, en tenant compte de leurs natures et puissances. Ainsi en est-il pour les animaux, pour les plantes et pour tous les êtres hétérogènes, qu'ils soient animés ou inanimés, mais pourvu qu'ils soient doués d'une nature apte à leur imposer une forme déterminée ; dans ceux-ci, les diverses parties ont une certaine place et une certaine position à l'égard de l'essence prise dans son ensemble ; c'est pourquoi l'on dit que chacune de ces parties est dans son domaine (χώρα) lorsqu'elle occupe la place qui lui est naturelle, attendu que chacune des parties du corps désire et réclame le lieu et la position qui lui appartiennent. »

Ce passage est intéressant, car il forme une sorte de transition entre la théorie du lieu naturel, telle qu'Aristote l'avait formulée, et la théorie de ce même lieu, telle que Damascius la conçoit.

Pour Aristote, les éléments et leurs mixtes ont seuls des lieux naturels, et ces lieux où se doivent porter les corps graves ou légers sont définis indépendamment de ces corps ; c'est le centre du Monde et la concavité de l'orbe lunaire, qui sont déterminés par la seule considération du Ciel ; la notion générale de lieu est logiquement antérieure à la notion de lieu naturel ; Aristote le marque

1. Simplicius, *loc. cit. ;* éd. cit., p. 601.
2. Simplicius, *loc. cit. ;* éd. cit., p. 639.

clairement en ne traitant des lieux propres des corps graves et légers qu'après avoir exposé la théorie générale du lieu.

Théophraste modifie la définition du lieu naturel de telle sorte qu'elle ne suppose pas l'éclaircissement préalable de la notion de lieu ; pour lui, chaque corps a la position qui lui est propre lorsque toutes les parties de l'Univers se sont disposées de la manière qui convient à la nature du Monde. Cette disposition-là est précisément le terme fixe auquel Damascius proposera de rapporter les positions adventices diverses des corps mobiles.

Le lieu essentiel, la disposition naturelle du Monde travaille donc à la perfection des corps à titre de cause finale de leurs mouvements naturels. Devons-nous croire qu'au gré de Damascius, le lieu travaille aussi d'une autre manière à la perfection de l'Univers, qu'il est cause efficiente des mouvements naturels, qu'il est doué d'un pouvoir actif et exerce sur les corps des forces capables de les conduire aux places qui leur sont propres ? Simplicius semble nous y inviter. Il nous dit [1], en effet, quelle admiration Damascius professait, en général, pour les doctrines de Jamblique ; il cite [2] la théorie du lieu proposée par Jamblique comme un avant-coureur de celle que Damascius a formulée ; il semble qu'il faille, de là, tirer cette conclusion : Comme Jamblique, Damascius attribuait au lieu le pouvoir d'exercer certaines forces sur les corps, d'agir sur eux à la façon dont, au dire des Stoïciens, le souffle agissait sur la matière.

1. Simplicii *Op. laud.*, lib. IV, corollarium de tempore ; éd. cit., p. 795.
2. Simplicius, *Op. laud.*, lib. IV, corollarium de loco ; éd. cit., p. 639.

CHAPITRE VI

LA DYNAMIQUE DES HELLÈNES APRÈS ARISTOTE

I

LES PRINCIPES DE LA DYNAMIQUE PÉRIPATÉTICIENNE ET LE MOUVEMENT DANS LE VIDE

Nous avons vu[1] comment la Dynamique que professait Aristote et, peut-on dire, toute l'Antiquité après lui, reposait sur ce principe : Tout mobile qui se meut avec une vitesse finie est soumis à une puissance et à une résistance ; la vitesse du mobile est proportionnelle au rapport de la puissance à la résistance.

Lorsqu'un corps grave tombe dans l'air ou dans l'eau, la puissance, c'est le poids du grave ; la résistance, c'est la résistance de l'air ou de l'eau. Toutes choses égales d'ailleurs, cette résistance est proportionnelle à la densité du milieu que traverse le grave.

Dans un milieu, donc, de densité nulle, dans le vide, un grave ne pourrait se mouvoir avec une vitesse finie ; sa chute serait instantanée.

Tel est un des arguments que le Péripatétisme opposait à l'existence du vide.

Le Stoïcisme, qui croyait à la possibilité du vide, se voyait contraint de réfuter cet argument. Ce qu'il était parvenu à lui répliquer, nous l'apprenons par la lecture de Jean Philopon.

Les raisonnements qui nous vont occuper sont l'objet d'une longue digression; Philopon l'a jointe aux commentaires de ce

1. V. Chapitre IV, § X, pp. 192-197.

qu'Aristote avait dit du vide au quatrième livre de la *Physique*[1].

Selon l'opinion d'Aristote, il serait absurde de demander suivant quelle loi se fait la chute d'un grave en déclarant de quel grave il s'agit, mais sans donner aucune autre indication ; pour que la question prenne un sens, il faut encore désigner le milieu au sein duquel ce grave doit tomber. La gravité d'un corps ne saurait donc être définie d'une manière absolue ; elle ne l'est qu'à l'égard d'un certain milieu.

C'est là-contre que s'élève le Grammairien. Le poids d'un corps est une chose absolue, qui lui appartient en propre, abstraction faite de tout autre corps, de tout milieu.

« La gravité[2] n'a pas à être considérée par rapport à quelque chose d'autre. C'est une qualité qui subsiste par elle-même (αὐτὴ καθ' αὑτὴν) dans les corps ; elle est la cause active du mouvement vers le bas,..., pourvu qu'il y ait un milieu au travers duquel elle ait à déplacer le mobile, et, par ce milieu, j'entends le vide (λέγω δὴ τοῦ κενοῦ). »

Voilà formulé le principe essentiel dont Philopon développera les conséquences : Ce qui caractérise essentiellement le poids d'un corps, c'est le mouvement que ce corps prendrait dans le vide.

« Ainsi[3] la pesanteur (βαρύτης) ou la légèreté (κουφότης) n'existe pas par l'intermédiaire de quelque chose d'autre (δι' ἄλλο) dans les corps qui possèdent poids ou légèreté ; elle y existe par ces corps eux-mêmes (δι' αὑτά). La pesanteur est la cause active (ποιητικὸν αἴτιον) du mouvement vers le bas, la légèreté, celle du mouvement vers le haut, lorsque les corps qui ont pesanteur ou légèreté sont placés en un lieu contraire à leur nature, et qu'il n'y a aucun obstacle à leur mouvement...

» Certainement, donc, et en toute circonstance, le poids que le corps possède par nature (ἡ ἔμφυτος ῥοπή) le porte vers son lieu propre, et il ne l'y porte par rien d'autre que lui-même, pourvu toutefois qu'il n'y ait pas quelque empêchement.

» Mais puisque le pouvoir de porter vers le bas ou vers le haut, c'est par elles-mêmes que les forces (αἱ ῥοπαί) le possèdent, et non par quelque autre chose, si la pesanteur diffère d'un corps à un

1. JOANNIS GRAMMATICI *In Aristotelis physicorum libros commentaria*, éd. 1542, lib. IV, digressio, fol. 30, col. a, à fol. 34, col. a ; éd. 1581, lib. IV, digressio, p. 202, col. a, à p. 209, col. b. ; éd. 1888, lib. IV, corrollarium de inani, pp. 675-695. Pour la description de ces éditions, v. la note 5 de la p. 314.

2. JOANNIS GRAMMATICI *Op. laud.*, éd. 1542, fol. 30, col. d ; éd. 1581, p. 203, col. a ; éd. 1888, p. 678.

3. JOANNIS GRAMMATICI *Op. laud.*, éd. 1572, fol. 30, col. d et fol, 31, col. a ; éd. 1581, p. 203, coll. a et b ; éd. 1888, pp. 679-680.

autre, forcément la chute sera, elle aussi, différente, et point pour une autre raison que cette pesanteur différente.

» Le poids n'est pas, en effet, du nombre des choses qui sont relatives à quelque autre chose. Nous en dirons autant de la légèreté. »

Chaque corps prendrait donc, dans le vide, un mouvement de chute ou d'ascension caractéristique de son poids ou de sa légèreté. Que va-t-il advenir si le corps se meut dans un milieu plein ?

« Si un certain temps [1] est, par chaque poids pris en lui-même, requis pour accomplir son mouvement, il n'arrivera nullement, cependant, qu'un seul et même poids, en un même temps, parcourre le même espace, que cet espace soit plein ou qu'il soit vide... Un certain temps se trouvera consommé par le milieu résistant. La pression de ce milieu et, aussi, la division qu'il y faut pratiquer rendent, en effet, le milieu plus difficile à mouvoir... Mais des exemples rendront le raisonnement plus facile à comprendre. Supposons que le mobile soit une pierre, que cette pierre parcourre un espace d'un stade dans le vide, et que le temps nécessairement employé par le mobile pour franchir ce stade soit une heure. Si nous concevons maintenant que ce même espace d'un stade soit plein d'eau, la pierre ne parcourra plus ce stade en une heure, mais, à ce temps, un certain autre temps sera ajouté par le milieu résistant. Supposons que la division de l'eau requière une autre heure. Ce même corps qui, dans le vide, employait une heure à son mouvement, dans l'eau en emploiera deux. Que l'eau soit ensuite subtilisée et devienne de l'air ; si l'air est deux fois plus subtil que l'eau, le temps qui était employé à diviser l'eau sera amoindri dans le même rapport ; or ce temps était une heure ; [il ne sera plus qu'une demi-heure], et le mobile parcourra, dans l'air, le même chemin en une heure et demie. Que l'air soit rendu encore deux fois plus subtil ; le mouvement s'accomplira en une heure et quart. Si la subtilité du corps [qui remplit l'espace à franchir], est accrue à l'infini, il en résultera une diminution à l'infini du temps qui est employé à diviser le milieu, j'entends par là l'heure unique [qui a été ajoutée] ; mais jamais cette heure ne sera épuisée, car le temps est divisible à l'infini ; puis donc qu'en raréfiant le milieu, on n'épuise jamais le temps, puisque toujours, au mouvement accompli au travers de ce milieu, s'ajoute une partie de l'autre heure, partie inversement pro-

1. Joannis Philoponi *Op. laud.*, éd. 1542, fol. 31, coll. a et b. ; éd. 1581, p. 204, col. a ; éd. 1888, pp. 681-682.

portionnelle à la subtilité du milieu, il est évident que jamais le stade ne sera parcouru, dans le plein, en un même temps que dans le vide ; dans le vide, le mouvement se fait en une heure, dans le plein en une heure et une fraction. Si subtil, en effet, que l'on suppose le milieu, jamais l'heure [additionnelle] ne sera épuisée, en sorte que jamais un même espace ne sera parcouru, étant plein, dans un même temps que s'il était vide ».

Aristote voulait que toute succession, dans la chute d'un grave, provînt de la résistance du milieu ; si l'on diminuait à l'infini cette résistance, on devait faire croître à l'infini la vitesse du mobile.

A cette doctrine qui nous paraît aujourd'hui si étrange, Philopon substitue celle qui nous est familière. Par elle-même, et sans aucune résistance extérieure, la chute d'un grave serait successive ; accomplie dans le vide, cette chute se ferait suivant une loi qui dépend seulement du grave considéré ; dans un milieu plein, la résistance du milieu retarde cette chute ; si, en rendant le milieu de plus en plus rare et subtil, on affaiblit indéfiniment cette résistance, on diminue à l'infini le retard qui en résulte ; mais la vitesse de la chute ne croit pas, de ce chef, à l'infini ; elle a pour limite la vitesse avec laquelle le grave tomberait dans le vide.

Imaginer cette théorie qui devait, un jour, supplanter la théorie péripatéticienne, ne fut sans doute pas chose aisée ; nous le comprendrons mieux lorsque nous aurons pris connaissance du temps et des efforts qu'une telle substitution a requis.

Philopon ne se borne pas à exposer sa doctrine ; à l'encontre de celle d'Aristote, il dresse des objections. Qu'un mouvement se puisse faire en un temps fini, bien que le mobile ne rencontre aucune résistance extrinsèque, les circulations célestes en fournissent un exemple manifeste[1] :

« S'il existait un espace vide, séparé de tout corps, rien n'empêcherait les corps non seulement de se mouvoir, au travers de cet espace, en un certain temps, mais même d'avoir, dans leur mouvement, plus de lenteur ou plus de vitesse... Cette proposition, il nous faut tenter de la démontrer directement.

» En premier lieu, nous trouvons le mouvement circulaire ; il n'y a pas un seul et même mouvement circulaire, mais des mouvements circulaires différents, car chacune des sphères [célestes] se meut différemment, celle-ci plus vite et celle-là plus lente-

1. JOANNIS PHILOPONI *Op. laud.*, éd. 1542, fol. 32, col. c ; éd. 1581, p. 206, col. b, et p. 207, col. a ; éd. 1888, pp. 689-690.

ment ; d'autre part, un mobile mû d'un mouvement de révolution ne se meut pas au travers d'un milieu ; une sphère céleste n'a, d'aucune manière, en son mouvement, à diviser un autre corps ; elle tourne sur elle-même sans couper rien de corporel ; de plus, la sphère inerrante, par sa face externe, ne touche rien ; et cependant, ces sphères qui ne divisent aucun corps se meuvent dans le temps, et les unes se meuvent plus vite, les autres plus lentement ; si donc un certain temps est employé à accomplir un mouvement, si ce qui est en mouvement est plus rapide ou plus lent, la cause n'en est pas en ceci que le mouvement se fait au travers d'un milieu ; c'est parce que la force (δύναμις) qui se trouve en chacun des divers mobiles est différente, que la vitesse est plus grande ou plus petite. Qu'un certain temps soit toujours consommé dans le mouvement, même par le mouvement le plus rapide, tel que celui de la sphère inerrante, la cause en est, croit-on à juste titre, la forme même du mouvement ; j'entends par là que tout mouvement part d'ici pour aller là (αὐτὸ τὸ τῆς κινήσεως εἶδος αἴτιον, λέγω δὴ τὸ πόθεν ποῖ εἶναι πᾶσαν κίνησιν) ; il est impossible, en effet, qu'une seule et même chose se trouve, au même instant (νῦν), en deux lieux différents. »

Tel est, en ses traits essentiels, l'enseignement de Jean Philopon.

L'importance de cette doctrine si nouvelle, si différente de l'enseignement d'Aristote, fut remarquée tout d'abord. En particulier, elle n'a pas échappé à Simplicius. Celui-ci n'aime guère le Grammairien dont, la plupart du temps, il traite les opinions avec sévérité. Ici, cette sévérité fait place à une certaine faveur. L'élève de Damascius ne va pas, au sujet du mouvement dans le vide, jusqu'à abandonner la théorie péripatéticienne pour prendre celle de Philopon ; du moins expose-t-il cette dernière et reconnaît-il que, pour qui l'admet, les arguments d'Aristote perdent toute valeur.

Après avoir exposé comment, au gré du Stagirite, tous les poids tomberaient instantanément dans le vide, il ajoute [1] :

« La différence entre les mouvements provient aussi, comme Aristote lui-même le dit et l'affirme, des mobiles eux-mêmes, selon qu'ils ont un plus grand poids (ῥοπή) ou un poids moindre ; en sorte que les corps, de même qu'ils diffèrent entre eux en ce qui touche aux autres puissances (δυνάμεις), diffèrent relativement à

1. Simplicii *In Aristotelis Physicorum libros quattuor priores commentaria.* Edidit Hermannus Diels. Berolini, MDCCCLXXXII; lib. IV, cap. VIII, pp. 677-678).

ces puissances qui concernent le poids (κατὰ τὴν ῥοπήν). Ainsi, le mouvement ne sera plus instantané, et le vide ne sera pas non plus dans un certain rapport avec le plein. En effet, si le mobile se meut plus vite, cela ne proviendra pas uniquement du vide, ni seulement de ce que le milieu se laisse aisément diviser, mais cela proviendra aussi de la puissance propre (οἰκεία δύναμις) du mobile. »

Bien que Simplicius n'ait pas cité le Grammairien, nous reconnaissons en celui-ci l'inspirateur de ce passage. Il n'est même pas inutile d'avoir lu Philopon pour comprendre comment le principe que Simplicius se borne à formuler, rend caduque, en effet, toute l'argumentation d'Aristote.

A l'enseignement de Philopon, Simplicius n'a pas fait que cet emprunt ; il en a fait encore un autre ; nous l'allons rencontrer en examinant les réponses qu'a reçues cette question : Tous les corps tomberaient-ils dans le vide avec la même vitesse ?

II

TOUS LES CORPS TOMBENT-ILS, DANS LE VIDE, AVEC LA MÊME VITESSE ? — RÉPONSES DIVERSES DONNÉES A CETTE QUESTION DANS L'ANTIQUITÉ

Tous les corps, quel qu'en soit le poids, tomberaient, dans le vide, suivant la même loi ; si, dans un milieu tel que l'air, nous voyons un corps très pesant tomber plus vite qu'un corps beaucoup moins pesant, c'est que le milieu oppose une résistance au mouvement du grave et qu'au rapport du grand poids, cette résistance est moindre qu'au rapport du faible poids.

Cette loi de notre Mécanique était aussi un des principes essentiels de la Physique atomistique. On connaît les beaux vers par lesquels Lucrèce le formule avec une irréprochable précision [1] :

Quod si forte aliquis credit graviora potesse
Corpora, quo citius rectum per Inane feruntur,
Incidere a supero levioribus, atque ita plagas
Gignere, quæ possint genitaleis reddere motus,
Avius a vera longe ratione recedit.
Nam per aquas quæcunque cadunt atque aera deorsum,

1. Titi Lucretii Cari *De rerum natura* liber secundus, vers 224 sqq.

Hæc pro ponderibus celare necesse 'st :
Propterea, quia corpus aquæ, naturaque tenuis
Aeris haud possunt æque rem quamque morari ;
Sed citius cedunt gravioribus exsuperata.
At contra nulli de nulla parte, neque ullo
Tempore, Inane potest vacuum subsistere reii,
Quin, sua quod natura petit, concedere pergat,
Omnia quapropter debent per Inane quietum
Æque ponderibus non æque concita ferri.
Haud igitur poterunt levioribus incidere unquam
Ex supero graviora, neque ictus gignere per se,
Qui varient motus, per quos natura genat res.

Cette doctrine des Atomistes trouve, en Aristote, un adversaire ; le Stagirite en tire argument contre la possibilité même du vide.

Il commence par rappeler[1] les propositions que sa Dynamique tient pour assurées[2] :

« Nous voyons les corps qui possèdent une force plus grande de pesanteur ou de légèreté, pourvu qu'ils se comportent de la même manière sous le rapport des figures [qui les terminent], parcourir plus vite un même espace, et cela dans le rapport qu'ont, les unes à l'égard des autres, les grandeurs [de force qu'ils possèdent]. — Ὁρῶμεν γὰρ τὰ μείζω ῥοπὴν ἔχοντα ἢ βάρυς ἢ κουφότητος, ἐὰν τἆλλα ὁμοίως ἔχῃ τοῖς σχήμασι, θᾶττον φερόμενα τὸ ἴσον χωρίον, καὶ κατὰ λόγον ὃν ἔχουσι τὰ μεγέθη πρὸς ἄλληλα. »

Cette loi, Aristote la regarde comme entièrement générale, quel que soit le milieu au sein duquel se fait le mouvement. Il en conclut donc qu' « il en sera aussi de même dans le vide, ὥστε καὶ διὰ τοῦ κενοῦ ».

« Mais c'est impossible », ajoute-t-il tout aussitôt ; et, pour établir cette seconde affirmation, il reproduit le raisonnement même des Atomistes : « Pour quelle cause, en effet, les corps se mouvraient-ils plus vite les uns que les autres ? Cela a lieu nécessairement dans le plein parce que le corps qui est de plus grande puissance (ἰσχύς) divise plus vite [le milieu]... » Mais, dans le vide, « tous les corps seront assurément d'égale vitesse, ἰσοταχῆ ἄρα πάντ' ἔσται. Or c'est impossible ».

Les commentateurs d'Aristote, Averroès par exemple[3], ont été,

1. ARISTOTE, *Physique*, livre IV, ch. VIII (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 296 ; éd. Bekker, vol. I, p. 216, col. a).
2. Voir Ch. IV, § X, p. 193
3. ARISTOTELIS *Physicorum libri VIII cum* AVERROIS CORDUBENSIS *in eosdem magnis commentariis ;* lib. IV, summa secunda, cap. III, comm. 74.

parfois, surpris et comme scandalisés par ce raisonnement. Aristote y semble admettre que les corps se meuvent dans le vide avec une certaine vitesse, cependant, il vient d'enseigner que la chute d'un grave dans le vide serait instantanée, si elle était possible ; il semble qu'il se contredise.

Ils n'ont point compris l'intention d'Aristote. Celui-ci, qui croît le vide impossible, ne peut parler du mouvement dans le vide sans aller à l'encontre de sa propre pensée. Aussi, tous les raisonnements où il fait intervenir le mouvement dans le vide sont-ils, comme l'a fort bien vu Saint Thomas d'Aquin[1], des arguments *ad hominem* ; il accorde à ses adversaires une des propositions de leur enseignement, et il s'efforce de montrer que cette proposition contredit à quelque aphorisme communément reçu. Ici, par exemple, il accorde que si le vide existait, tous les corps y tomberaient avec la même vitesse, et il montre, que ce corollaire est incompatible avec la loi générale de la chute des corps dans un milieu quelconque.

Cette loi, conséquence directe des principes de Dynamique qu'Aristote a formulés au septième livre de la Physique, peut s'énoncer ainsi : Si des corps, tous de même grandeur et de même figure, mais formés par des substances différentes, tombent en des milieux différents, la vitesse de la chute de chacun d'eux sera proportionnelle au poids du corps qui tombe et en raison inverse de la densité du milieu.

A l'énoncé de cette loi, Aristote avait eu soin de joindre cette restriction que les corps considérés doivent être terminés par des surfaces identiques, « ἐὰν τἆλλα ὁμοίως ἔχῃ τοῖς σχήμασι ». Il avait fait observer, en effet, qu'en changeant la figure d'un corps, en l'aiguisant en pointe, par exemple, on changeait la résistance du milieu et, partant, la vitesse de chute du grave.

La loi qu'Aristote invoquait contre les Atomistes fut très généralement reçue dans l'Antiquité ; souvent même, en l'énonçant, on négligeait la restriction que le Philosophe y avait mise. Nous en trouvons la preuve dans un texte qui remonte certainement à l'Antiquité grecque [2], et que les Arabes ont transmis à la Chrétienté latine en l'attribuant à Euclide.

Ce fragment, dont les copies manuscrites ne sont rien moins que rares, a été imprimé à plusieurs reprises. Herwagen (Herwa-

1. S. Thomæ Aquinatis *Expositio in libros physicorum Aristotelis*, lib. IV, lect. XIII.

2. Les lettres employées dans les démonstrations s'y succèdent suivant l'ordre caractéristique : *a*, *b*, *g*, *d*, *e*, *z*, *h*, *t*. C'est, selon Hultsch, la marque certaine que l'ouvrage original était écrit en grec.

gius) en a inséré une paraphrase latine dans l'édition des œuvres d'Euclide qu'il donna à Bâle en 1537. Au sujet de l'origine de ce fragment, qu'il intitule *De ponderoso et levi*, Herwagen ne donne[1] que ce renseignement sommaire : « Dans le temps même que cette œuvre touchait à sa fin, quelqu'un m'apporta un petit livre ou, plutôt, un fragment (car il paraît mutilé) *De levi et ponderoso* ; je l'ai ajouté ».

La paraphrase d'Herwagen fut textuellement reproduite dans les éditions des œuvres d'Euclide données, à Bâle, en 1546 et en 1558. Grégory l'a également insérée, avec une correction tacite, dans l'édition d'Euclide qu'il publia à Oxford, en 1747.

En 1565, l'abbé Pierre Forcadel, de Béziers, publia à Paris le *Livre des poids*, faussement attribué à Archimède[2] ; il inséra, à la suite de cet ouvrage, une traduction française du texte latin donné par Herwagen.

En ces dernières années, Maximilien Curtze a découvert à Dresde, dans le manuscrit catalogué Db. 86, un texte latin du petit traité attribué à Euclide ; il l'a publié[3] en mettant en regard le texte remanié qu'avait donné Herwagen.

Le titre exact du fragment manuscrit est le suivant : *Liber Euclidis de gravi et levi et de comparatione corporum ad invicem.* Il procède par définitions et théorèmes, à la manière euclidienne.

Parmi les définitions, relevons celles-ci :

« Des corps égaux en force (*virtus*) sont des corps qui, au sein du même air ou de la même eau, se meuvent de chemins égaux en des temps égaux.

» Ceux qui parcourent des espaces égaux en des temps inégaux sont dits différents en force (*fortitudo*).

» Celui qui est le plus grand en force (*virtus*) est celui qui emploie le moins de temps.

» Des corps de même genre sont des corps qui, étant égaux, ont des forces (*virtutes*) égales.

» Si des corps égaux en grandeur sont différents en force (*virtus*) par rapport au même air ou à la même eau, ils sont de genre différent. »

1. Cf. Heiberg, *Litterargeschichtliche Studien über Euklid*, Leipzig, 1882, p. 10.
2. *Le livre d'*Archimede *des pois, qui aussi est dict des choses tombantes en l'humide, traduict et commenté par* Pierre Forcadel *de Bezies lecteur ordinaire du Roy es Mathematiques en l'Université de Paris. Ensemble ce qui se trouve du Livre d'*Euclide *intitulé du leger et du pesant traduict et commenté par le mesme* Forcadel. A Paris. Chez Charles Perier, demourant en la rue S. Iean de Beauvais, au Bellerophon. 1565. Avec privilege du Roy.
3. Maximilian Curtze, *Zwei Beiträge zur Geschichte der Physik* (*Bibliotheca Mathematica*, 3te Folge, Bd. I, p. 51, 1900).

Des théorèmes qui font suite à ces définitions, voici les énoncés :

« Si, en des temps égaux, des corps parcourent des espaces inégaux, celui qui parcourt le plus grand espace est de plus grande force (*virtus*). »

« Si deux corps sont de même genre et si l'un d'eux est multiple de l'autre, la force (*virtus*) de celui-là sera dans le même rapport à la force de celui-ci. »

« Pour des corps de même genre, le rapport en grandeur est le même que le rapport en force (*potentia*). »

« Si deux corps équivalent en genre à un même troisième corps, ils sont de même genre. »

« Si des corps ont même rapport en grandeur et en force (*virtus*), ils sont de même genre. »

Dans toutes ces propositions, les mots *virtus*, *fortitudo*, *potentia*, ont le sens que prennent, dans la langue d'Aristote, les mots ἰσχύς, ῥοπή, δύναμις. La pensée qui s'y trouve exprimée est évidemment issue de celle que nous avons entendu formuler par le Stagirite ; mais elle est devenue, pour ainsi dire, plus grossière et plus brutale ; elle a délaissé les précautions dont Aristote l'entourait ; de la restriction relative à la figure des corps, il n'est plus question ; quant à la restriction relative à la grandeur, elle est formellement et explicitement exclue. La Dynamique péripatéticienne y a pris, en somme, cette forme simplifiée à l'excès : Des corps différents, quels que soient leurs natures, leurs volumes et leurs figures, tombent, dans un même milieu, avec des vitesses proportionnelles à leurs poids.

Il ne faudrait pas croire, d'ailleurs, que les physiciens grecs eussent tous adopté cette forme grossière de la loi qu'Aristote avait formulée d'une manière beaucoup plus précise et restreinte. Simplicius, par exemple, garde avec soin toutes les restrictions que le Stagirite y avait apportées et les énonce avec le plus grand soin [1]. Voici comment il s'exprime : « Toutes choses égales d'ailleurs (τῶν γὰρ ἄλλων τῶν αὐτῶν ὄντων), nous voyons les corps qui possèdent une plus grande force (ῥοπή) de pesanteur ou de légèreté se porter plus vite vers le bas ou vers le haut. Si, par exemple, on laisse tomber deux sphères de même grandeur, l'une d'or et l'autre d'argent, la sphère d'or tombera plus vite. Il faudrait qu'il en fût de même dans le vide, si le mouvement se faisait au travers du vide..... Aristote dit que les corps qui se meuvent ainsi se

1. Simplicii *In Aristotelis physicorum libros quattuor priores commentaria.* Edidit Hermannus Diels. Berolini, MDCCCLXXXII. Lib. IV, cap. VIII, pp. 678-679.

meuvent selon le rapport de force (ῥοπή) qu'ils ont l'un à l'égard de l'autre. »

Jean Philopon attaque vivement l'argument qu'Aristote a dressé contre les Atomistes, et il l'attaque de deux côtés à la fois. Aristote a regardé comme avérée une certaine loi générale de la chute des corps ; il en a conclu que, dans le vide, les graves ne tombaient pas tous avec la même vitesse, comme le prétendent les partisans de Leucippe, de Démocrite et d'Épicure. Le Grammairien conteste, d'une part, l'exactitude de la loi admise par Aristote ; mais il conteste, d'autre part, que, dans le vide, tous les corps doivent, quel que soit leur poids, tomber avec la même vitesse.

Voyons d'abord comment il argumente contre le principe qu'Aristote tient pour reçu : Des corps de même grandeur et de même figure tombent avec des vitesses qui sont proportionnelles aux poids de ces corps et en raison inverse des densités des milieux qu'ils traversent.

Pour bien comprendre cette argumentation, il convient, tout d'abord, de remarquer ceci : Le Grammairien regarde les deux parties de cette loi comme si indissolublement liées l'une à l'autre, que ruiner la première partie, celle qui rend la vitesse proportionnelle au poids du grave, c'est jeter bas la seconde, celle qui fait varier la vitesse en raison inverse de la densité du milieu.

« Ce n'est pas en accord avec la vérité, dit notre auteur[1], qu'Aristote fait cette supposition : Le rapport qu'ont entre eux les milieux au travers desquels se font les mouvements est aussi le rapport qu'ont entre elles les durées de ces mouvements..... Ce qui donne, à cette proposition, un semblant de probabilité, ce qui ne permet pas d'en prendre la preuve en défaut, c'est l'impossibilité où nous sommes de déterminer quel rapport de densité (σύστασις) il y a entre l'air et l'eau, dans quelle mesure l'eau est plus dense (παχύτερος) que l'air, ou bien tel air plus dense que tel autre air. Mais, par la considération des mobiles, cela, [qu'Aristote fait une fausse supposition], se peut démontrer.

» Admettons, en effet, que le rapport des durées des deux chutes soit aussi le rapport [des densités] des milieux au travers desquels se fait le mouvement, lorsqu'un seul et même mobile tombe successivement en deux milieux différents. Puisque, d'autre part, la différence entre les mouvements ne provient pas seule-

1. JOANNIS GRAMMATICI PHILOPONI *In Aristotelis physicorum libros commentaria ;* lib. IV, collarium de inani ; éd. 1542, fol 31, coll. a, b et c. ; éd. 1581, p. 204, col. b ; éd. grecque de 1888, pp. 682-684.

ment des milieux au travers desquels ils se font, mais encore des mobiles eux-mêmes, dès lors, si le milieu au travers duquel se fait le mouvement demeure identique à lui-même tandis que les corps mûs diffèrent par leurs poids (κατὰ τὰς ῥοπάς), il est raisonnable de penser que le rapport des poids entre eux est le rapport [inverse] qu'ont, entre elles, les durées des mouvements ; en sorte que si le poids est double, le mouvement se fait en moitié moins de temps, et que si un poids de deux livres parcourt, dans l'air, un espace d'un stade en une demi-heure, un poids d'une livre parcourra ce même espace en une heure [1].....

» Mais cela est absolument faux, et l'on s'en peut convaincre par l'évidence expérimentale (ἐνάργεια) elle-même beaucoup mieux que par toute démonstration fondée sur des raisonnements.

» Qu'on laisse, en effet, tomber d'une même hauteur deux poids qui diffèrent l'un de l'autre dans un rapport extrêmement grand ; on verra que le rapport des poids ne coïncidera aucunement avec le rapport [inverse] des durées de chute ; [de cette grande différence entre les poids], résultera une différence beaucoup plus petite entre les durées ; en sorte que si les poids ne différaient pas l'un de l'autre dans une mesure extrêmement grande, que l'un, par exemple, fût seulement le double et l'autre la moitié, les durées de chute n'auraient plus entre elles aucune différence ou, du moins, si elles en avaient encore une, ce ne serait plus une différence sensible ; les poids, cependant, n'auraient pas entre eux une telle différence insensible, mais ils seraient, l'un à l'autre, dans un rapport double.

» Ainsi donc lorsque les mobiles sont différents, tandis qu'ils sont mûs au travers d'un seul et même milieu, le rapport que ces corps ont entre eux n'est pas égal au rapport [inverse] qu'ont entre elles les durées des mouvements ; dès lors, si les mobiles sont identiques, tandis que les milieux qu'ils traversent par leurs mouvements sont différents, comme l'air et l'eau, il est raisonnable de penser que le rapport qu'ont entre eux l'air et l'eau n'est pas égal au rapport qu'ont entre elles les durées des mouvements dans l'air et dans l'eau....

» La différence des durées ne correspond pas au même rapport que la différence des corps [qui servent de milieu] ; si l'on prend un corps deux fois moins dense (διπλασίως λεπτόν), il ne sera pas traversé dans une durée deux fois moindre, mais bien dans une durée plus considérable [que celle-ci]. En outre, comme il a été dit

1. Dans le texte, les mots ἐν ἡμιωρίῳ, ἐν ὥρᾳ ont été intervetis.

plus haut, si l'on diminue dans un certain rapport la densité du corps [qui forme le milieu], on diminue d'autant le temps additionnel qui provient de la résistance du milieu ; mais on ne le consomme jamais entièrement ; on le diminue seulement dans le rapport où la densité a été diminuée, comme on l'a dit ; car un corps deux fois moins dense ne sera pas traversé en un temps deux fois moindre. »

Ayant ainsi refusé tout crédit à la loi de la chute des graves invoquée par Aristote, Philopon serait à l'aise pour accorder cet axiome des Atomistes : Tous les corps tombent, dans le vide, avec la même vitesse. Cependant, c'est ce qu'il ne fera pas. « Que le mouvement se fasse maintenant dans le vide, dit-il[1], il n'y aura pas nécessité que tous les corps se meuvent avec même vitesse. Ὅτι μὲν οὖν καὶ εἰ διὰ κενοῦ ἐγίνετο ἡ κίνησις, οὐκ ἦν ἀνάγκη ἰσοταχῶς πάντα κινεῖσθαι..... »

Comment Aristote s'y prend-il, en effet, pour acculer tout partisan du mouvement dans le vide à recevoir l'axiome des Atomistes ? Il regarde comme assuré qu'aucune cause ne peut donner à des corps qui tombent des vitesses différentes, si ce n'est la résistance du milieu ; il en conclut que toute différence entre les vitesses de chute disparaîtra, là où la résistance aura disparu avec le milieu même.

Pour Philopon, qui regarde la gravité comme une qualité absolue, inhérente à chaque corps, définie indépendamment de toute considération du milieu où le corps est plongé, cette conclusion n'a plus rien de forcé. La gravité particulière à chaque corps ne pourra-t-elle, même abstraction faite de toute résistance, même si le mouvement a lieu dans le vide, imprimer au corps une chute dont la vitesse lui sera propre ?

Notre auteur va donc maintenir, à l'encontre d'Aristote, que des poids différents pourraient tomber, dans le vide, avec des vitesses différentes ; et pour cela, il va établir que, dans le plein, les différences entre les vitesses de chute des divers corps n'ont pas pour unique cause les différences de résistance du milieu.

« Si c'était, en effet, la seule cause du mouvement inégal[2], des corps inégaux en poids, portés au travers d'un seul et même milieu, devraient être mûs avec une égale vitesse, puisqu'aucune différence n'est produite par les poids, et que le mouvement différent provient uniquement de ce que les milieux sont différents. Or

1. Jean Philopon, *loc. cit.*, éd. 1542, fol. 31, col. a ; éd. 1581, p. 203, col. b ; éd. grecque de 1888, p. 680.
2. Jean Philopon, *loc. cit.*, éd. 1542, fol. 30, coll. c et d, et fol. 31, col. a ; éd. 1581, p. 202, col. b, et p. 203, col. a ; éd. grecque de 1888, pp. 678-679.

cela est contraire à l'évidence. Évidemment, en effet, des corps inégaux [en poids], mûs au travers d'un même milieu, se meuvent inégalement vite ; de même que les causes motrices qui sont en eux sont différentes, il est nécessaire aussi qu'elles produisent des activités (ἐνεργείαι) différentes ; et cela, lors même que les corps qui servent de support (ὑποκείμενα) à ces causes ne seraient pas mûs au travers d'un corps, mais dans le vide.....

» Puis donc que la pesanteur est la cause active du mouvement vers le bas, comme il semble à Aristote lui-même, lors même, dis-je, que l'espace au travers duquel elle transporte le mobile serait le vide, dès là que la cause active du mouvement sera différente, étant donné qu'il n'y aurait aucune résistance, de toute nécessité il se produira, même dans le vide, un mouvement différent ; ainsi, lors même que le vide existerait, l'inégalité des mouvements ne serait pas supprimée.

» Supposons, en effet, que des corps inégaux, lorsqu'ils ne se meuvent pas dans un milieu, mais dans le vide, ne possèdent pas, par eux-mêmes, la cause qui rend leurs mouvements inégaux. Lorsqu'un poids d'un talent et un poids d'une livre tomberont au travers de l'air, pourquoi donc, alors, le poids d'un talent tombera-t-il plus vite ? C'est, [dans les deux cas], un seul et même air ; il doit servir de cause aux mêmes effets.

» Il est maintenant évident que les poids des divers corps sont naturellement disposés, les uns mieux, les autres moins bien, à les porter vers le bas ; par là-même, ils déterminent la différence qui se rencontre entre les mouvements inégaux ; et celui qui est le plus puissant à porter vers le bas (μᾶλλόν κατώφορον) est aussi celui qui divise le mieux le milieu..... Ce n'est pas parce qu'il sépare le mieux le milieu que le plus grand poids est plus puissant à porter en bas ; c'est parce qu'il est plus puissant à porter en bas qu'il sépare mieux.....

» Puis donc que les corps possèdent, par eux-mêmes, une force plus grande ou moindre pour porter en bas, alors même qu'ils se mouvront dans le vide, ils garderont évidemment en eux cette même différence ; celui qui est plus pesant parcourra un même espace vide en un temps moindre, et celui qui est de moindre poids en un temps plus considérable, non qu'ils rencontrent une résistance moindre ou plus grande, mais parce qu'ils sont plus ou moins puissants pour porter en bas, et cela dans le rapport de leurs poids naturels. »

Simplicius, peu disposé, en général, à suivre l'opinion du Grammairien, a reconnu, cependant, la valeur de cette réfutation de

l'argument d'Aristote ; après avoir rapporté les éloges qu'Alexandre d'Aphrodisias décerne à cet argument, ruineux pour la théorie de Leucippe, de Démocrite et d'Épicure, l'élève de Damascius poursuit en ces termes[1] :

« A celui qui entend cela il serait, me semble-t-il, bien aisé de dire : Si, toutefois, c'est le poids (ῥοπή) qui est cause du mouvement des corps, et le plus grand poids qui fait le mouvement plus rapide, pourquoi les corps ne se mouvraient-ils pas dans le vide ? Qu'il y ait un milieu à diviser, et que cette division soit plus ou moins facile, il en résulte que le mouvement devient plus rapide ou plus lent ; mais ce n'est pas là ce qui cause le poids ; le fait que le milieu est ou non facile à diviser ajoute quelque chose à la différence des poids naturels, étant donné que cette différence existe ; de même, en effet, que les autres qualités homogènes sont plus grandes en de plus grands corps, ainsi en doit-il être du poids ; d'une manière générale, c'est le poids qui est la cause de la division du milieu, bien plutôt que la division du milieu n'est la cause du poids, et cela aussi bien là où le milieu oppose une certaine résistance que là où il n'en oppose point. »

En ces propos, nous reconnaissons très aisément l'écho des paroles de Philopon ; mais si nous n'avions pas entendu ces paroles, il nous serait bien difficile de saisir exactement ce que Simplicius nous veut signifier ; ce commentateur qui, en général, rapporte si clairement et si exactement les théories qu'il a dessein de discuter, s'est borné ici à de brèves et obscures indications.

Bien qu'il fasse une évidente allusion à l'enseignement de Philopon, Simplicius ne nomme pas cet auteur ; il ne cite guère le Grammairien que pour le combattre. Il ne faudrait pas toutefois, en la circonstance présente, prende occasion du silence de Simplicius pour l'accuser d'injustice à l'égard de Jean d'Alexandrie. Cette théorie qu'il indique sommairement, il était sans doute en droit de la considérer comme une façon de penser très ancienne, que Jean Philopon avait exactement et complètement exposée, mais dont il n'était pas l'inventeur. A côté des Péripatéticiens, au gré desquels des corps de masse (βάρος) différente tombent, dans l'air, avec des vitesses différentes par cela seul qu'ils divisent le milieu avec plus ou moins de facilité, il se trouvait, dès le second siècle avant Jésus-Christ, des mécaniciens pour soutenir que la diversité de ces chutes provient de ce qu'un poids-force (ῥοπή)

1. Simplicii *In Aristotelis physicorum libros quattuor priores commentaria.* Edidit Hermannus Diels. Berolini, MDCCCLXXXII, Lib. IV, cap. VIII, pp. 679-680.

différent correspond à une masse (βάρος) différente. La coexistence de ces deux doctrines nous est très clairement indiquée par Philon de Byzance au quatrième livre de son traité de Génie militaire (Βελοποιϊκῶν λόγος Δ′) [1].

« Que l'on prenne, dit Philon, deux masses semblables par le genre [du corps qui les forme] et par la figure (δὺο βάρη ὅμοια τῷ γένει καὶ τῷ σχήματι), mais que l'une des deux soit égale à une mine et l'autre à deux mines ; qu'on laisse, de haut, tomber ces deux masses ; je dis que la masse de deux mines tombera avec beaucoup plus de vitesse (παρὰ πολὺ τάχιον οἰσθήσεται). Le même raisonnement s'applique aux autres masses (βαρῶν), en sorte que toujours, d'une manière analogue, la plus grande tombe plus vite que la plus petite ; soit parce que la plus grande masse (βάρος), selon le dire de certains physiciens, a plus de puissance (μᾶλλον δύναται) pour fendre et diviser l'air ; soit parce qu'à la plus grande masse correspond aussi un plus grand poids-force (τῷ μείζονι βάρει καὶ ῥοπὴ πλείων), et qu'un accroissement plus considérable de la [vitesse de] chute résulte d'un poids plus grand (παρέπεται δὲ πλείω ῥοπὴν μᾶλλον αὔξειν τὴν κατὰ κάθετον φόραν). »

La théorie que Philon résume en ces dernières lignes est bien celle qu'enseignera Jean Philopon ; mais, moins osé que le Grammairien d'Alexandrie, le grand Mécanicien de Byzance ne choisit pas entre cette théorie et celle d'Aristote. Par ailleurs, encore, il se montre moins observateur des phénomènes que Jean le Chrétien ; il annonce que, dans l'air, une masse de deux mines tombera beaucoup plus vite qu'une masse d'une mine ; Philopon a reconnu qu'entre les vitesses de chute de ces deux corps, la différence serait presque insensible.

1. Victor Prou, *La Chirobaliste d'Héron d'Alexandrie*, ch. IV (*Notices et extraits des manuscrits de la Bibliothèque Nationale et autres bibliothèques*, t. XXVI, seconde partie, 1877, p. 98). — A la suite de la citation que nous allons rapporter, V. Prou écrit :

« Philon appuie sa démonstration sur des exemples qu'il serait trop long d'exposer, mais qui sont contraires aux principes, les mieux établis aujourd'hui, de la Physique. Au fond, Philon sent d'instinct les phénomènes naturels. Mais il confond à chaque instant la vitesse d'un mouvement avec l'effet de la force vive. Dans la comparaison qu'il donne ci-dessus de la chute des corps, j'ai respecté la distinction entre les deux faits, et restitué à chacun son rôle effectif. Chose remarquable, les connaissances de Philon se montrent habituellement exactes, à la condition de rendre aux termes par lesquels il décrit des phénomènes certains une précision qui, trop souvent, semble impossible à sa plume. » La méthode suivie par V. Prou dans sa traduction nous paraît tout à fait fâcheuse. Certaines distinctions auxquelles nous sommes habitués ne sont pas seulement étrangères au langage de Philon ; elles le sont aussi à sa pensée. En les introduisant dans ses raisonnements, on les rapproche des nôtres, au moins en apparence ; mais on les détourne entièrement du sens que l'auteur entendait leur attribuer.

Si Philon de Byzance est demeuré indécis entre la théorie péripatéticienne et celle que devait, un jour, développer Jean Philopon, Héron d'Alexandrie s'est nettement déclaré en faveur de cette dernière. Il nous le dit en l'une des *Questions* qui se trouvent au au second livre de ses *Mécaniques* [1] : Voici cette question :

« *Question 4.* Pourquoi les grands poids tombent-ils à terre dans un temps moindre que les poids légers ? — Parce que, de même que le mouvement de ces corps est plus facile quand ils sont mus extérieurement par une puissance plus grande, de même, s'ils sont sollicités intérieurement par une plus grande puissance, ils se meuvent plus aisément. Or la puissance et l'attraction, dans les phénomènes physiques, se communiquent en plus grande quantité aux poids lourds qu'aux poids légers. »

Ainsi la réaction contre la Dynamique péripatéticienne avait déjà trouvé qui la poussât avant que le Grammairien d'Alexandrie s'en fît le chef.

Contre Aristote, Jean Philopon soutient donc que l'on peut attribuer, aux graves tombant dans le vide, une vitesse finie, sans être tenu de leur attribuer à tous la même vitesse ; cette proposition, il raisonne juste en l'affirmant ; si tous les corps tombent dans le vide suivant la même loi, c'est, selon le langage de la Mécanique moderne, que les poids des corps sont proportionnels à leurs masses ; c'est là une vérité, mais une vérité contingente, que l'expérience seule peut nous enseigner. Lorsqu'il prétendait en faire une proposition nécessaire, que l'on ne pouvait plus nier dès qu'on admettait la possibilité de la chute des graves dans le vide, Aristote se trompait.

Reste à voir si, en réfutant cette erreur d'Aristote, Jean le Grammairien ne pousse pas trop loin la réaction.

Tout d'abord, la figure que l'on donne à un poids influe-t-elle sur la vitesse avec laquelle ce poids tomberait dans le vide ? Très clairement et très justement, Philopon le nie [2] : « On s'informera peut-être des causes qui rendent différents les mouvements de corps qui n'ont pas même figure ; on demandera pour quelle raison un corps sphérique tomberait plus vite qu'un corps plat, si le mouvement s'accomplissait dans le vide. Nous répondrons : Il est vrai qu'il en est ainsi lorsque le mouvement s'accomplit au travers

1. *Les Mécaniques ou l'Elévateur de* Héron d'Alexandrie *publiées pour la première fois sur la version arabe de Qostâ ibn Luqa et traduites en français par le* Baron Carra de Vaux. Extrait du *Journal Asiatique*. Paris, 1894; p. 145 du tirage à part.

2. Jean Philopon, *loc. cit.;* éd. 1542, fol. 33, coll. c et d ; éd. 1581, p. 208, coll. a et b; éd. grecque 1888, pp. 694-695.

de milieux corporels ; entre des corps de même poids, celui qui est de figure large tombe plus lentement parce qu'une plus grande quantité d'air le supporte, et qu'un même poids divise plus difficilement une quantité d'air plus grande. Mais si le mouvement s'accomplit dans le vide, la différence par laquelle il sera plus rapide ou plus lent proviendra uniquement de l'inégalité des poids ; la diversité des figures ne produira plus aucune différence ; pourvu qu'ils aient même poids, un corps sphérique et un corps large tomberont dans le même temps ; il n'y a plus rien, en effet, qui résiste moins ou davantage ; c'est le poids naturel (φυσικὴ ῥοπή) qui, seul, agit en ce mouvement ; puis donc que le poids naturel est égal et semblable, et qu'il n'existe rien qui résiste plus ou moins, il est nécessaire que le mouvement soit égal et semblable. »

Ces considérations semblent appeler un corollaire : Dix pierres identiques, séparées l'une de l'autre, tombent, dans le vide, avec la même vitesse. Les réunir et les rassembler, c'est seulement modifier la figure de leur ensemble sans en changer le poids. Une pierre de même nature que chacune des dix premières, mais dix fois plus grosse que chacune d'elles, doit tomber, dans le vide, avec la même vitesse que chacune des dix petites pierres. Si donc des corps formés de substances différentes et dont, par conséquent, les poids spécifiques sont différents, pourraient fort bien tomber, dans le vide, avec des vitesses différentes, il ne peut plus en être de même pour des corps formés de la même substance ; quelque divers que soient leurs volumes et, partant, leurs poids, ils doivent tous tomber dans le vide suivant la même loi.

Giambattista Benedetti et Galilée développeront un jour ce raisonnement ; ils en tireront même des conclusions qu'il ne justifie pas. On s'attendrait à le rencontrer dans les commentaires de Philopon. Mais le Grammairien ne le donne pas et ne le tiendrait pas comme concluant ; en effet, il paraît nier la proposition qui y est reçue comme axiome ; lorsqu'on réunit plusieurs corps pour en former un corps unique, il paraît ne pas croire que le poids de ce dernier soit égal à la somme des poids des premiers.

« Si vous réunissez ensemble, dit-il [1], deux poids (βάρος) d'une livre, le produit de leur réunion sera plus pesant que les deux poids [séparés l'un de l'autre] ; il n'en résultera pas seulement, en effet, un poids de deux livres, mais un poids plus considérable.

1. Joannis Philoponi *In Aristotelis physicorum librum tertium commentaria*, cap. V. Ed. 1542, fol. 72, col. c (Le traducteur a ajouté tout un développement étranger au texte de Philopon) ; éd. 1581, p. 127, col. b ; éd. grecque de 1887, p. 420.

De même, si vous divisez un volume qui pèse deux livres en deux parties égales, chacune des deux parties n'aura pas un poids d'une livre, mais un poids moindre.

» Lors donc qu'on réunit ensemble des choses semblables, elles deviennent plus puissantes ; elles s'affaiblissent si on les sépare. Ainsi en est-il pour les mouvements. Plus un poids est ramassé, plus vite il se meut. Cinq pierres quelconques, distinctes les unes des autres, même si on les juxtapose, ne feront pas ainsi un mouvement plus rapide qu'une d'entre elles ; si on les ramasse, au contraire, et les réunit en une seule, celle-ci se mouvra beaucoup plus vite. Il en est de même des corps légers. »

Il convient toutefois d'être prudent dans l'interprétation de ce texte.

Il se trouve dans la discusion du problème de l'infini, dans une partie, donc, où il n'est aucunement question de mouvement dans le vide. Si Philopon restreint son affirmation au mouvement dans un milieu plein, elle exprime une grande vérité, que Giambattista Benedetti et même Galilée, dans ses premières œuvres, auront le tort de méconnaître. L'aurait-il maintenue même pour le mouvement dans le vide ? C'eût été rejeter la notion de poids spécifique qui, certainement, était, de son temps, tout à fait familière à la Science grecque, et que définissaient nettement de petits traités élémentaires, comme le *Livre des poids* attribué à Euclide. Rien ne nous autorise à prêter à Jean le Grammairien une telle méconnaissance de la vérité, alors que nous l'avons vu jusqu'ici, alors que nous le verrons encore juger d'une manière si perspicace des questions de Mécanique.

En soutenant, toutefois, cette opinion erronée, il n'eût fait que suivre l'exemple d'un mécanicien célèbre, de Héron d'Alexandrie. Voici, en effet, en quels termes formels s'exprime celui-ci, dans une des questions qui figurent au second livre de ses *Mécaniques* [1] :

« *Question 5.* Pourquoi le même poids, lorsqu'il est plat, tombe-t-il à terre plus lentement que lorsqu'il est sphérique ? — Ce n'est pas, comme plusieurs le pensent, parce que le corps étendu oppose, par sa surface, une plus grande résistance à l'air, au lieu que le corps sphérique, ayant toutes ses parties rentrées les unes dans les autres, n'oppose à l'air qu'une faible résistance ; c'est parce que le poids qui tombe à plat est composé de parties nombreuses dont chacune reçoit de la puissance en proportion de son

1. *Les Mécaniques ou l'Élévateur de* HÉRON D'ALEXANDRIE ; trad. Carra de Vaux, p. 146 du tirage à part.

étendue ; donc, dans le mouvement de ce corps, chacune de ses parties possède une part de la puissance qui le meut, correspondant à son propre poids, et il n'est pas soumis tout entier à une puissance unique. »

Si cette opinion était exacte, ce n'est pas seulement dans l'air ou dans un milieu résistant, c'est aussi dans le vide qu'une sphère tomberait plus vite qu'un disque plat de même matière et de même masse.

Tel est le corollaire erroné auquel Héron se trouvait conduit par l'emploi de cet axiome[1] : « Lorsqu'on réunit des choses de même espèce, la puissance en est augmentée ; elle est affaiblie lorsqu'on les sépare.— Συνιόντα μὲν τὰ ὁμοειδῆ δυναμικώτερα γίνεται, διαιρούμενα δὲ ἀσθενέστερα. »

Cet axiome était un des principes favoris du Néo-platonisme. Plotin le formule expressément : « Plus une forme, dit-il [2], va se diffusant au sein de la matière, plus elle devient faible en comparaison de celle qui demeure dans l'unité. En effet, toute chose qui se dilate éprouve, en elle-même, une atténuation — Καὶ γὰρ ὅσῳ ἰὸν εἰς τὴν ὕλην ἐκτέταται, τόσῳ ἀσθενέστερον τοῦ ἐν ἑνὶ μένοντος. Ἀφίσταται γὰρ ἑαυτοῦ παν διϊστάμενον ». Et l'auteur affirme que cette proposition s'applique aux choses les plus diverses, telles que la force, la chaleur etc.

Proclus répète l'enseignement de Plotin :

« Toute puissance, dit-il [3], lorsqu'elle est plus complètement réunie, a, par là-même, plus d'infinitude qu'elle n'en a lorsqu'elle est subdivisée. — Πᾶσα δύναμις, ἑνικωτέρα οὖσα, τῆς πληθυνομένης ἀπειροτερα. — Si le premier degré d'infinitude, en effet, appartient à ce qui est plus voisin de l'Un, celle-là, parmi les puissances, qui est, de plus près, apparentée à l'Un sera infinie à un plus haut degré que celle qui en est plus lointaine ; or, en se subdivisant, une puissance perd sa conformité avec l'Un (τὸ ἑνοειδές) ; et c'est en demeurant dans cette conformité, en restant cohérente par l'absence de tout partage, qu'elle surpassait en force les autres puissances.

» Même au sein des choses qui ont des parties, les puissances, lorsqu'on les rassemble, prennent plus d'union [et plus de force] ; lorsqu'on les disjoint, au contraire, elles se disséminent et s'affai-

1. JEAN PHILOPON, *loc. cit.*, p. 420 de l'édition grecque de 1887.
2. PLOTINI *Enneadis V^æ^* lib. VIII, cap. I; éd. Firmin Didot, Parisiis, MDCCCLV, p. 349.
3. PROCLI SUCCESSORIS PLATONICI *Institutio theologica.* Edidit Fridericus Creuzer. Francofurti ad Mænum MDCXXII, XCV, p. 141 ; Parisiis, MDCCCLV, XCV, p. LXXXI.

blissent — Καὶ γὰρ ἐν τοῖς μεριστοῖς αἱ δυνάμεις συναγόμεναι μὲν ἐνίζονται, μεριζόμεναι δὲ πολλαπλασιάζονται καὶ ἀμυδροῦνται. »

Cette proposition, assurément, entraîne le corollaire qu'énonçait Héron d'Alexandrie : Un corps perd de son poids si on l'aplatit et le distend afin d'en éloigner les diverses parties les unes des autres.

Ce corollaire, Philopon a eu soin de le déclarer faux lorsqu'il a traité du mouvement dans le vide. Mais, par inadvertance peut-être, il en a formulé un autre, qui est presque semblable à celui-là, à un moment où il se proposait d'appuyer d'exemples le principe que nous venons d'énoncer, et non de raisonner sur la Dynamique. Il n'est pas défendu de croire qu'il se fût corrigé s'il eût songé, en cette circonstance, à faire appel à ses connaissances de Mécanique.

III

LE MOUVEMENT DES PROJECTILES. — LA THÉORIE D'ARISTOTE

Parmi les arguments qu'Aristote a dressés contre la possibilité du mouvement dans le vide, il en est un que nous avons passé sous silence, et c'est le suivant [1] :

« Si les projectiles se meuvent alors que ce qui les a lancés n'est plus en contact avec eux, c'est par la réaction du mouvement tourbillonnaire, comme le disent quelques-uns, ou bien parce que l'air violemment ébranlé leur imprime une vitesse plus rapide que le mouvement par lequel le projectile est porté vers son lieu propre. Mais, dans le vide, rien de tout cela ne peut arriver. — Ἔτι νῦν μὲν κινεῖται τὰ ῥιπτούμενα τοῦ ὤσαντος οὐχ ἁπτομένου, ἢ δι' ἀντιπερίστασιν, ὥσπερ ἔνιοί φασιν, ἢ διὰ τὸ ὠθεῖν τὸν ὠσθέντα ἀέρα θάττω κίνησιν τῆς τοῦ ὠσθέντος φορᾶς, ἣν φέρεται εἰς τὸν οἰκεῖον τόπον. Ἐν δὲ τῷ κενῷ οὐδὲν τούτων ἐνδέχεται ὑπάρχειν. »

La théorie d'où cet argument tire sa force est une des plus étranges du Péripatétisme ; mais elle est, en même temps, une de celles qui découlent le plus logiquement des principes de cette philosophie.

Aucun corps inanimé ne peut être en mouvement s'il n'est soumis à l'action d'un moteur qui soit distinct de lui et extérieur à lui ; il faut que ce moteur, pendant toute la durée du mouve-

1. ARISTOTE, *Physique*, livre IV, ch. VIII (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 295 ; éd. Bekker, vol. I, p. 214, col. a).

ment, lui soit constamment appliqué, soit sans cesse en contact avec lui. Cet axiome est l'un des plus essentiels de toute la doctrine d'Aristote ; c'est lui qui porte toute la théorie des mouvements célestes ; c'est lui qui conduit le Stagirite à la connaissance des premiers moteurs immobiles, c'est-à-dire des seuls dieux qu'il adore.

Or, à qui se réclame d'un semblable axiome, le mouvement de la flèche, après qu'elle a quitté la corde de l'arc, apparaît comme un phénomène qu'il est malaisé d'expliquer.

A cette flèche en mouvement, il faut adjoindre un moteur qui soit distinct d'elle-même et qui, toutefois, pendant toute la durée du mouvement, soit contigu avec elle. Ce moteur ne peut pas être une certaine impulsion, une certaine énergie, une certaine propriété conférée à la flèche par l'arc qui l'a lancée, car le moteur serait alors intrinsèque à la chose mue. Que peut être ce moteur, sinon l'air qui environne la flèche?

L'air est donc [1] l'instrument nécessaire de tout mouvement violent d'un projectile, en quelque sens que ce mouvement soit dirigé, que le mobile ait été lancé vers le haut ou vers le bas ; l'action de l'air est également apte à jouer le rôle de pesanteur ou de légèreté ; l'air est moteur léger lorsqu'il s'agit de produire un mouvement vers le haut, lorsque la force projetante l'a ébranlé et a commencé à le mouvoir dans cette direction ; il est moteur lourd lorsqu'il faut déterminer un mouvement de descente ; à l'un comme à l'autre mouvement, il fournit la puissance communiquée qui lui est nécessaire. « Πρὸς ἀμφότερα δὲ ὥσπερ ὀργάνῳ χρῆται τῷ ἀέρι · πέφυκε γὰρ οὗτος καὶ κοῦφος εἶναι καὶ βαρύς. Τὴν μὲν οὖν ἄνω ποιήσει φορὰν ᾗ κοῦφος, ὅταν ὠσθῇ καὶ λάβῃ τὴν ἀρχὴν ἀπὸ τῆς δυνάμεως, τὴν δὲ κάτω πάλιν ᾗ βαρύς · ὥσπερ γὰρ ἐναφάψασα παραδίδωσιν ἑκατέρῳ. »

C'est donc l'air, ébranlé par le moteur initial, qui maintient le mouvement du projectile, qui lui communique plus de vitesse dans le sens où le moteur l'a lancé que la pesanteur ne lui en communique pour rejoindre le sol. Mais cet air même, quel moteur le maintient en mouvement ? La difficulté n'est point résolue ; elle n'est que déplacée. Il faudra accorder à l'air ce qu'on a refusé à la flèche, la propriété de demeurer en mouvement après que le premier moteur est revenu au repos ; il faudra admettre que cet air, une fois agité, peut, pendant un certain temps, non seulement demeurer son propre moteur, mais encore servir de moteur au projectile.

1. Aristote, *De Cœlo* lib. III, cap. II (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 415 ; éd. Bekker, vol. I, p. 301, col. b).

Semblable illogisme n'a point arrêté Aristote [1] : « Il faut de toute nécessité reconnaître, dit-il, que le premier moteur confère la puissance de mouvoir soit à l'air, soit à l'eau, soit à quelqu'une de ces substances qui sont aptes, par nature, à être, à la fois, moteur et chose mue. — Ἀνάγκη δὴ τοῦτο μὲν λέγειν, ὅτι τὸ πρῶτον κινῆσαν ποιεῖ οἷόν τε κινεῖν, ἢ τὸν ἀέρα τοιοῦτον ἢ τὸ ὕδωρ ἤ τι ἄλλο τοιοῦτον ὃ πέφυκε κινεῖν καὶ κινεῖσθαι. »

Ainsi un corps solide, dès l'instant qu'il cesse d'être mû, cesse de se mouvoir lui-même et de mouvoir les autres corps ; il n'en est pas de même si le corps ébranlé est l'air ou quelque autre fluide. « Il ne cesse pas [2] d'être moteur dès là qu'il cesse d'être chose mue ; au moment où le premier moteur cesse de le mouvoir, il cesse d'être chose mue, mais il continue à être moteur, et c'est pourquoi il meut le corps étranger auquel il adhère. — Ἀλλ' οὐχ ἅμα παύεται κινοῦν καὶ κινούμενον, ἀλλὰ κινούμενον μὲν ἅμα, ὅταν ὁ κινῶν παύσηται κινῶν, κινοῦν δὲ ἔτι ἐστίν. Διὸ καὶ κινεῖταί τι ἄλλου ἐχόμενον. »

Le mouvement de l'air et du projectile ne dure pas sans cesse ; il prend fin en trois temps qu'Aristote définit ainsi [3] :

L'air cesse d'abord de mouvoir le corps auquel il est contigu, et cela a lieu « lorsque sa puissance pour mouvoir devient trop faible à l'égard de ce corps contigu (ὅταν ἐλάττων ἡ δύναμις τοῦ κινεῖν ἐγγένηται τῷ ἐχωμένῳ) ».

L'air cesse ensuite de mettre en mouvement l'air qui se trouve devant lui, bien qu'il soit lui-même en mouvement ; cela arrive « lorsque l'air précédemment ébranlé ne le fait plus moteur, mais seulement chose mue (ὅταν μηκέτι ποιήσῃ τὸ πρότερον κινοῦν, ἀλλὰ κινούμενον μόνον). »

Enfin, cet air cesse nécessairement de jouer ces deux rôles, le rôle de chose mue aussi bien que le rôle de moteur, et tout mouvement prend fin : « Ταῦτα δ' ἀνάγκη ἅμα παύεσθαι, τὸ μὲν κινοῦν τὸ δὲ κινούμενον, καὶ τὴν ὅλην κίνησιν ».

Qu'est-ce que cette ἀντιπερίστασις qu'Aristote, au quatrième livre de sa *Physique*, a mentionné au nombre des explications possibles du mouvement des projectiles ? Simplicius va nous en donner la définition précise.

« Il y a ἀντιπερίστασις, nous dit ce commentateur [4], lorsqu'entre

1. ARISTOTE, *Physique*, livre VIII, ch. X (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 365 ; éd. Bekker, vol. I, p. 267, col. a).
2. ARISTOTE, *loc. cit.*
3. ARISTOTE, *loc. cit.*
4. SIMPLICII *In Aristotelis physicorum libros quattuor posteriores commentaria*. Edidit Hermannus Diels. Berolini, MDCCCXCV. Lib. VIII, cap. X, p. 1350.

des corps qui se poussent et se chassent l'un l'autre, il y a échange de lieux. Le corps qui en chasse un autre demeure au lieu du corps qu'il a chassé ; celui-ci, à son tour, chasse le corps qui lui est contigu ; cela se répète autant de fois qu'il y a de corps, jusqu'à ce que le dernier d'entre eux se trouve au lieu du corps qui a été le premier à chasser les autres ».

Cette ἀντιπερίστασις, c'est donc le mouvement tourbillonnaire tel que Platon le décrivait au *Timée*, tel que Descartes l'introduira dans toute sa Physique. Le projectile chasse l'air qui se trouve immédiatement devant lui ; cette masse d'air en chasse une autre, et il en est ainsi jusqu'à ce que la poussée atteigne les parties du fluide qui viennent remplir, en arrière du projectile, l'espace délaissé par celui-ci.

Ce mouvement tourbillonnaire, Aristote ne le croit pas capable d'expliquer la marche du projectile [1]. L'ἀντιπερίστασις, en effet, exige que chacun des corps pris dans le tourbillon soit à la fois moteur à l'égard de celui qui se trouve devant lui et chose mue à l'égard de celui qui est derrière ; un tel mouvement ne peut s'entenir lui-même ; tout le cycle de corps doit demeurer en repos : « Ἡ δ' ἀντιπερίστασις ἅμα πάντα κινεῖσθαι ποιεῖ καὶ κινεῖν, ὥστε καὶ παύεσθαι. »

Il reste donc que la seule cause qui puisse entretenir la course du projectile, c'est le mouvement qui, de proche en proche, à partir de la machine balistique, se propage d'une couche d'air à une autre. C'est par une telle transmission de mouvement qu'au début de son *Acoustique* (Περὶ ἀκουστῶν), Aristote explique fort justement la propagation du son. En même temps qu'elle se transmet dans l'air, l'onde que l'appareil projetant a engendrée entraîne le projectile auquel l'air est adhérent.

Telle est, au sujet du mouvement des projectiles, l'étrange théorie d'Aristote.

IV

LE MOUVEMENT DES PROJECTILES. — LA THÉORIE D'ARISTOTE ET L'ÉCOLE PÉRIPATÉTICIENNE

Cette théorie, qui nous paraît un défi au bon sens, a sans doute été acceptée sans contestation par tout le Péripatétisme. De cette adhésion unanime, nous pouvons citer maint témoignage.

1. Aristote, *Physique*, livre VIII, ch. X (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 366 ; éd. Bekker, vol. I, p. 267, col. a).

Voici, d'abord, celui des *Questions mécaniques*.

Les *Questions mécaniques* sont-elles d'Aristote ?

Sur l'ordre de Sylla, le philosophe Andronicus de Rhodes dressa la liste de tous les ouvrages que l'on attribuait, de son temps, à Aristote et à Théophraste. La liste des œuvres d'Aristote, dressée par Andronicus, nous a été conservée par divers auteurs [1], par Diogène de Laërte, par Hesychius. Une autre liste, dressée par un philosophe du nom de Ptolémée, nous est parvenue, traduite en Arabe et accompagnée du nom par lequel les Arabes désignaient chacun des ouvrages énumérés. La liste de Diogène de Laërte mentionne [2] : Un livre des *Questions mécaniques* (Μηχανικῶν προβλημάτων α΄). Celle d'Hesychius porte [3] : Μηχανικὸν α΄. Celle du philosophe Plutarque indique [4] des *Questions relatives à l'art* et ajoute que les Arabes les nommaient *Michabrblimatam*. Il est donc très certain qu'Andronicus de Rhodes et Ptolémée mettaient au compte d'Aristote l'ouvrage qui nous est parvenu sous le titre de Μηχανικὰ προβλήματα.

Est-ce une preuve suffisante d'authenticité ? Beaucoup d'érudits le contestent et regardent les *Questions mécaniques* comme apocryphes. Nous n'avons pas la prétention de trancher ici le débat, de déclarer si ces questions sont ou ne sont pas d'Aristote. Il nous suffira d'observer, ce qui n'est pas douteux, qu'elles sont constamment inspirées par les doctrines que le Stagirite professait en Dynamique, et qu'elles ont vu le jour, au plus tard, au second siècle avant notre ère.

Or ce très ancien document de la Mécanique péripatéticienne tient, au sujet du mouvement des projectiles, un langage analogue à celui d'Aristote, mais plus étrange encore. Le projectile ébranle, à chaque instant, l'air qui l'entoure, et l'air ébranlé, à son tour, pousse le projectile ; c'est par ce continuel échange d'impulsions mutuelles que le projectile ne tombe pas aussitôt qu'il n'est plus au contact de la machine balistique.

« Pourquoi, dit la trente-quatrième question [5], une chose ne se meut-elle pas du mouvement qui est le sien », c'est-à-dire du mouvement que lui donnerait sa gravité ou sa légèreté naturelle, « lorsque ce qui l'a lancée ne l'accompagne plus mais, au con-

1. ARISTOTELIS *Opera*. Edidit Academia Regia Borussica. Vol. V. ARISTOTELIS *qui ferebantur librorum fragmenta* collegit Valentinus Rose.
2. Sous le nº 123.
3. Sous le nº 114.
4. Sous le nº 18.
5. ARISTOTE, *Questions mécaniques*, 34 [33] (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. IV, p. 73 ; éd. Bekker, vol. II, p. 858, col. a).

traire, la laisse aller ? N'est-ce pas évidemment que le premier moteur a fait en sorte qu'une chose en pousse une autre et que celle-ci, à son tour, pousse la première ? — Διὰ τί φέρεταί τι οὐ τὴν αὑτοῦ φορὰν μὴ ἀκολουθοῦντος τοῦ ὠθοῦντος ἀλλὰ τοῦ ἀφέντος ; ἢ δηλονότι ἐποίησε τοιοῦτον τὸ πρῶτον, ὡς θάτερον ὠθεῖν, καὶ τοῦτο ἕτερον ; Cela s'arrête quand la première des deux choses qui poussent n'est plus assez puissante pour faire que le projectile pousse à son tour, et lorsque le poids du projectile entraîne celui-ci mieux que ne le fait la puissance de ce qui le pousse en avant. — Παύεται δὲ, ὅταν μηκέτι δύνηται ποιεῖν τὸ πρωθοῦν τὸ φερόμενον, ὥστε ὠθεῖν, καὶ ὅταν τὸ τοῦ φερομένου βάρος ῥέπῃ μᾶλλον, τῆς εἰς τὸ πρόθεν δυνάμεως τοῦ ὠθοῦντος. »

Si nous doutions que cette chose mise en branle par le projectile, et qui le pousse à son tour, ne fût l'air, il nous suffirait de lire la question suivante, où il est dit [1] : « qu'un projectile est porté d'autant plus loin qu'il a mis l'air en mouvement sur une plus grande profondeur (Ἢ ὅτι τοσοῦτον φέρεται τὸ φερόμενον, ὅσον ἂν ἀέρα κινήσῃ εἰς βάθος ;) »

L'auteur des *Questions mécaniques* semble inquiet de cette affirmation d'Aristote : L'air garde la force de mouvoir, alors même qu'il a cessé d'être mû. Et en effet, cette affirmation contredit aux principes mêmes sur lesquels se fonde la théorie du mouvement des projectiles. Il pense avoir trouvé le moyen d'éviter cet illogisme ; le projectile pousse l'air qui se trouve devant lui ; cet air ébranlé vient, à son tour, à l'arrière du projectile pour le pousser en avant ; chacun des deux corps en mouvement, air et projectile, trouve ainsi dans l'autre, conformément aux principes de la Dynamique péripatéticienne, un moteur qui lui est extérieur et contigu.

Cette hypothèse est bien celle de l'ἀντιπερίστασις, qu'Aristote déclarait incapable d'assurer le mouvement du projectile. Le fait que les *Questions mécaniques* proposent précisément l'explication que le Stagirite repoussait dans sa *Physique* est une des meilleures raisons que l'on puisse invoquer contre l'authenticité de ces *Questions*.

Les Péripatéticiens fidèles à l'enseignement du Maître s'accordent avec lui pour condamner ce recours au mouvement tourbillonnaire. Ainsi en est-il d'Alexandre d'Aphrodisias, dont Simplicius nous rapporte les propos [2]. « Après avoir dit que la doctrine

1. ARISTOTE, *Questions mécaniques*, 35 [34] (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. IV, p. 73 ; éd. Bekker, vol. II, p. 858, col. a).

2. SIMPLICII *In Aristotelis physicorum libros quattuor posteriores commentaria*. Edidit Hermannus Diels, Berolini, MDCCCXCIV ; lib. VIII, cap. X, p. 1351.

selon laquelle le mouvement des projectiles provient de l'ἀντιπερίστασις est celle de Platon, Alexandre..... émet l'opinion que l'ἀντιπερίστασις n'est pas la cause du mouvement même, qu'elle en est seulement une perturbation et une inégalité. — Ἐπειδὴ δὲ ὁ Ἀλέξανδρος τοῦ Πλάτωνος δόξαν εἶναί φησι τὴν κατὰ ἀντιπερίστασιν γίνεθαι τὴν τῶν ῥιπτουμένων κίνησιν,..... οὐ μέντοι οὐδὲ αὐτῆς τὴν ἀντιπερίστασιν αἰτίαν κινήσεως νομίζει, ἀλλὰ τὴν ἀνωμαλίαν καὶ ἀνισότητα. »

Alexandre interprète, avec autant de fidélité que de précision, la théorie d'Aristote. Selon cette théorie [1], l'air « ne prend pas seulement, à l'instrument projetant, le principe et le commencement de ces deux choses qu'expriment les mots : *être mû* et : *mouvoir*. Il tient également de cet instrument une puissance telle que, mû de lui-même, il ait le pouvoir de mouvoir, parce que, d'une certaine manière et pour peu de temps, il est devenu automobile. — Ὡς τὴν ἀρχὴν μὲν καὶ τὸ ἐνδόσιμον καὶ τοῦ κινεῖσθαι ὑπὸ τοῦ ῥιπτοῦντος εἰληφέναι ὥσπερ καὶ τοῦ κινεῖν, ἐσχηκέναι μέντοι παρ' ἐκείνου δύναμιν τοιαύτην, ὡς ἐξ αὑτοῦ κινούμενον κινεῖν δύνασθαι, τρόπον τινὰ γινόμενον πρὸς ὀλίγον αὐτοκίνητον ». L'air « possède une puissance propre qu'il a empruntée au moteur — Οἰκείαν δύναμιν ἴσχει παρὰ τοῦ κινήσαντος αὐτὴν λαβόν. »

Cette qualité motrice communiquée à l'air par le moteur primitif, cette puissance propre (οἰκεία δύναμις), Alexandre la compare à celle que le feu communique à l'eau ; après, en effet, qu'elle a été éloignée du feu, l'eau demeure chaude pendant un certain temps et, en outre, elle est capable d'échauffer les corps que l'on y plonge.

Au sujet du mouvement des projectiles, Thémistius [2] suit si exactement la trace d'Alexandre qu'il va souvent jusqu'à reproduire presque textuellement les expressions de ce dernier.

Pas plus qu'Alexandre, Thémistius ne veut expliquer la marche des projectiles au moyen du mouvement tourbillonnaire. « L'ἀντιπερίστασις se produit nécessairement, dit-il, par l'effet du mouvement des projectiles, car l'air s'y trouve déplacé d'une face à la face opposée ; mais ce n'est pas par là que le mouvement a lieu..... L'ἀντιπερίστασις est un simple échange de positions, un simple déplacement en forme de ronde (μεταχώρησις) ; mais elle n'a rien qui soit capable d'exercer des forces ni de déterminer un mouvement — Δραστικὸν δὲ οὐδὲν οὔτε κινητικὸν ἡ ἀντιπερίστασις ἔχει. »

Si l'air meut le projectile, c'est par une puissance motrice qui

1. SIMPLICIUS, *loc. cit.* p. 1347.
2. THEMISTII *In Aristotelis physica paraphrasis.* Edidit Henricus Schenkl, Berolini, MCM ; lib. VIII, cap. X, pp. 234-235.

lui est propre, une οἰκεία δύναμις, encore que cette puissance n'y réside que pour peu de temps. De cette puissance, Thémistius s'attache à préciser la définition en éloignant toute notion erronée qui chercherait à s'y introduire.

Une comparaison était, sans doute, courante dans les écoles ; Simplicius nous l'a conservée [1] ; cette puissance motrice donnée à l'air par l'instrument balistique, cette κινητικὴ δύναμις διδομένη, on la comparait à l'aimantation que la pierre magnétique communique à distance au fer, à l'électrisation que l'ambre développe à distance sur le fétu de paille, car cette aimantation, cette électrisation meuvent le fer ou le fétu vers la pierre ou l'ambre.

Thémistius rejette ces assimilations [2] qui lui paraissent inexactes ; la qualité motrice que le fer reçoit lorsqu'il est en présence d'un aimant ne lui appartient pas en propre ; ce n'est point une οἰκεία δύναμις ; il la perd lorsqu'on éloigne l'aimant ; on ne savait pas alors, en effet, que le fer peut demeurer aimanté en l'absence de la pierre qui lui a donné son aimantation.

Pour faire comprendre ce qu'est cette puissance, Thémistius reprend la comparaison imaginée par Alexandre d'Aphrodisias : « L'air qui se trouve auprès [de la machine balistique] est-il seulement mis en mouvement ? Ne prend-il pas aussi la puissance de mouvoir ? Et, certes, une puissance qui ne soit pas semblable à la qualité que le fer acquiert auprès de la pierre d'aimant, mais une puissance qui soit rendue comme sa chose propre, qui soit faite bien à lui ? De même, je pense, le corps embrasé n'est pas seulement échauffé par le feu. Ne lui prend-il pas, en outre, le pouvoir d'échauffer à son tour, et ce pouvoir, ne le donne-t-il pas sans cesse ? — Ἢ οὐ μόνον κινεῖται ὁ πλησίον ἀήρ, ἀλλὰ καὶ δύναμιν τοῦ κινεῖν λαμβάνει ; καὶ ταύτην δὴ οὐχ οἵαν τὸ παρὰ τῆς λίθου σιδήριον, ἀλλ' ὥστε οἰκείαν ποιῆσαι καὶ ἑαυτοῦ, ὥσπερ οἶμαι καὶ ὑπὸ τοῦ πυρὸς τὸ πύρινον οὐ θερμαίνεται μόνον, ἀλλὰ καὶ δύναμιν οἰκείαν τοῦ θερμαίνειν λαμβάνει καὶ ταύτην ἀεὶ δίδωσιν ; »

Simplicius rapporte la condamnation prononcée par Alexandre contre la théorie qui explique le mouvement des projectiles par l'ἀντιπερίστασις ; mais avant de la rapporter, il en atténue l'effet, il ouvre une échappatoire : « L'ἀντιπερίστασις, dit-il [3], n'est qu'un échange de lieux entre les corps ; partant, elle ne contribue en rien au mouvement du projectile, à moins de supposer, comme le dit Aristote lui-même, que les corps qui meuvent rendent aussi

1. Simplicius, *loc. cit.*, p. 1346.
2. Thémistius, *loc. cit.*
3. Simplicius, *loc. cit.*, p. 1351.

les corps qu'ils mettent en mouvement capables de mouvoir à leur tour (τὰ κινοῦντα καὶ κινεῖν οἷά τε ποιεῖν τὰ κινούμενα). Alors, en effet, l'air qui vient occuper le lieu du projectile, met en mouvement ce même projectile et, en même temps, fait qu'il meuve ce qui se trouve devant lui. Il n'est donc pas possible de dissiper les doutes qui ont été élevés au sujet du projectile à moins de supposer qu'un corps mis en mouvement prend, à son tour, au corps qui l'a mû, une puissance motrice (τὸ κινούμενον καὶ κινητικὴν δύναμιν λαμβάνειν παρὰ τοῦ κινοῦντος). »

Si Simplicius montre ici, en dépit de l'enseignement d'Alexandre, une telle indulgence à l'égard de l'hypothèse de l'ἀντιπερίστασις, c'est qu'en une autre circonstance, dans son commentaire au quatrième livre de la *Physique*, il s'est ouvertement déclaré en faveur de cette hypothèse. « Lorsque le jet a lieu dans un milieu plein, disait-il en cet endroit [1], le projectile est mû parce que l'air qui se trouve devant le projectile, chassé en avant par la pression (ῥύμη) de la machine balistique, se meut de mouvement tourbillonnaire (τῷ ἀντιπεριίστασθαι) ; en effet, comme cet air est plus facile à mouvoir que le projectile, il est chassé en avant ; comprimé par la violence qu'il subit, il se retourne en tourbillon (ἀντιπεριιστάμενος) et pousse devant lui le projectile. Comme cela se reproduit continuellement, le mouvement du projectile persiste d'une manière continue jusqu'au moment, qui survient au bout de peu de temps, où la pression (ῥύμη) de l'air mû de mouvement tourbillonnaire se trouve affaiblie au point que le mouvement naturel du projectile la surpasse en force ; alors le projectile tombe. »

Après avoir montré que Platon, au *Timée*, parle de ce mouvement cyclique, de ce tourbillon qu'Aristote a nommé ἀντιπερίστασις, Simplicius reprend une seconde fois l'explication qu'il vient de donner, afin d'en mieux marquer tous les détails. « Si donc, dit-il [2], le mouvement du projectile persiste d'une manière continue, c'est parce que l'air, chassé, en même temps que le projectile, par la machine balistique, et mû violemment, chasse devant lui ce projectile ; comme il est plus facile à mouvoir que le projectile, cet air, tant qu'il garde la puissance qu'il tient de la machine balistique, chasse devant lui le projectile, tandis qu'à son tour l'air qui se trouve derrière celui-là, comprimé par la violence du mouvement et chassé en même temps que celui-là, vient confluer sur le projectile. Il en est ainsi jusqu'au moment, qui survient au

1. Simplicii *In Aristotelis physicorum libros quattuor priores commentaria*. Edidit Hermannus Diels. Berolini, MDCCCLXXXII. Lib. IV, cap. VIII, p. 668.
2. Simplicius, *loc. cit.*, p. 669.

bout de peu de temps, où la puissance qui réside en cet air se trouve affaiblie au point que le mouvement naturel du projectile vers le bas la surpasse en force.

» L'air se meut aisément ; mais pour être mû et transporté, il a besoin d'un certain principe ; ce principe, il le prend dans l'impulsion violente du projectile (δεόμενος ἀρχῆς τινος πρὸς τὸ κινεῖσθαί τε καὶ φέρεσθαι, ταύτην λαβὼν ἐν τῇ τοῦ ῥιπτομένου μετὰ βίας ἀφέσει) ; comme il est, en quelque sorte, adhérent au projectile, la compression le fait affluer sur ce projectile ; par une action violente, il met en branle la marche en avant et l'impétuosité de ce projectile, alors même que la machine balistique ne lui est plus présente ; il en est ainsi jusqu'au moment, qui survient au bout de peu de temps, où ce transport violent, produit par la compression, s'affaiblit.

» Ainsi s'explique le mouvement d'un projectile au sein d'un milieu plein. »

Simplicius nous a livré toute sa pensée avec son habituelle clarté ; c'est la poussée de l'air en mouvement qui fait progresser le projectile ; mais c'est l'impulsion du projectile qui ébranle l'air. C'est bien la théorie de l'ἀντιπερίστασις, telle que les *Questions mécaniques* l'avaient sommairement indiquée.

V

LE MOUVEMENT DES PROJECTILES. — LA THÉORIE DE JEAN PHILOPON

Cette théorie de l'ἀντιπερίστασις, qui prend l'air comme cause du mouvement du projectile et le projectile comme cause du mouvement de l'air, Aristote et, après lui, Alexandre d'Aphrodisias et Thémistius ont compris qu'il était absurde de la regarder comme une explication. Mais l'explication à laquelle ils accordaient leur confiance est-elle moins absurde ? N'est-il pas ridicule de chercher dans le mouvement, si pauvre d'énergie, qu'un choc communique à l'air la puissance qui empêche un dard pesant de tomber et qui l'entraîne avec violence ? D'ailleurs, cette puissance par laquelle l'air demeure un certain temps en mouvement et reste capable de mouvoir d'autres corps après que le moteur qui l'a mis en branle a cessé d'agir, cette puissance par laquelle il est devenu, fût-ce pour peu de durée, automobile, πρὸς ὀλίγον αὐτοκίνητος, n'est-elle pas en contradiction avec le principe même de la Dynamique péripatéticienne ? L'air et les autres fluides n'usurpent-ils

pas, par la propriété qu'on leur accorde, le privilège exclusif des êtres animés ?

Si l'on veut renoncer au principe selon lequel le mouvement de tout corps inanimé requiert l'action, incessamment présente, d'un moteur étranger ; si l'on veut qu'un moteur puisse communiquer au mobile une certaine puissance motrice (κινητικὴ δύναμις) par laquelle il continuera, après l'arrêt ou l'éloignement du moteur, non seulement à se mouvoir lui-même, mais encore à mouvoir d'autre corps, pourquoi réserver à l'air, à l'eau, aux autres fluides, l'aptitude à recevoir une telle puissance ? Pourquoi refuser cette aptitude au projectile ? Qu'on la lui accorde, et toute difficulté disparaît.

Cette proposition, que le sens commun semble dicter, il ne s'est pas trouvé dans l'École péripatéticienne un seul homme, je ne dis pas pour l'admettre, mais simplement pour l'énoncer ; exemple bien étrange de l'aveuglement que l'esprit de secte peut produire !

S'il est peut-être possible d'excuser Aristote, Alexandre, Thémistius en supposant que la véritable doctrine ne leur avait jamais été présentée, que les illogismes de leur théorie ne leur avaient pas été signalés, cette excuse n'est plus de mise à l'égard de Simplicius ; en effet, avant que celui-ci ne composât la rédaction de ses commentaires, la vérité avait été proclamée, et par un auteur qu'il connaissait bien, encore qu'il ne l'aimât guère ; nous voulons parler de Jean Philopon.

Jean Philopon commence par soumettre la théorie de l'ἀντιπερίστασις à une discussion longue et minutieuse [1] dans laquelle il montre tout ce que cette théorie contient d'inadmissible ; puis il continue en ces termes :

« Cela dit du raisonnement qui déclare que les corps mûs de mouvement violent sont mûs par le déplacement tourbillonnaire (ἀντιπερίστασις) de l'air, venons à un autre raisonnement. Celui-ci regarde comme plus vraisemblable cette supposition : L'air, mis en branle dès le début, en tire un principe de mouvement ; il est mû d'un mouvement plus vif que celui qui, par la nature, entraîne le projectile ; il chasse ainsi ce projectile en l'accompagnant, jusqu'au moment où la puissance motrice (κινητικὴ δύναμις) qui lui a été infusée vient à s'affaiblir. Au fond, c'est dire

1. Ioannis Philoponi *In Aristotelis Physicorum libros quinque posteriores commentaria*. Edidit Hieronymus Vitelli. Berolini, MDCCCLXXXVIII. Lib. IV, cap. VIII, pp. 639-642 ; éd. 1542, fol. 24, coll. b, c, d ; éd. 1588, pp. 191, coll. a et b, et p. 192, col. a. Les traductions latines de ces deux éditions sont des paraphrases très peu fidèles.

la même chose ; l'argumentation qui va être exposée contre ce raisonnement s'applique aussi à celui qui invoque l'ἀντιπερίστασις.

» A ceux qui tiennent ces raisonnements, il faut, tout d'abord, poser cette question : Celui qui jette violemment une pierre, est-ce en poussant l'air qui se trouve derrière la pierre qu'il contraint celle-ci à prendre un mouvement contre nature ? Ou bien celui qui lance la pierre cède-t-il aussi à cette pierre une puissance motrice (κινητικὴ δύναμις) ?

» S'il ne cède à la pierre aucune puissance, si c'est seulement en chassant l'air qu'il meut ainsi la pierre ou que la corde meut la flèche, quel avantage y avait-il donc à appliquer la main à la pierre ou, à la flèche, la corde de l'arc ? On pourrait, en effet, sans faire application de l'une ni de l'autre, poser simplement la flèche au bout d'un morceau de bois semblable à une ligne déliée, faire de même pour la pierre, puis, à l'aide de dix mille machines, chasser une grande quantité de l'air qui se trouve derrière ces corps ; évidemment, en effet, plus grande sera la quantité d'air ébranlée, plus violent sera le mouvement qui lui est donné, et mieux cet air sera capable de chasser le projectile, plus loin il le pourra lancer ; or, lors même que vous auriez posé la flèche ou la pierre comme sur une ligne ou sur un point dénué de toute largeur, lors même que vous auriez mis en mouvement, à l'arrière, tout l'air possible avec toute la force possible, la flèche [ni la pierre] ne sera pas déplacée d'une coudée ; si donc l'air, poussé avec une force beaucoup plus grande, n'a pas mû ces corps, il est bien évident que, pour les projectiles et les traits, ce n'est pas l'air chassé par la main ou par la corde qui est le moteur. Pourquoi, en effet, cet air serait-il plus apte à accompagner le projectile si l'instrument de jet est appliqué à ce projectile que s'il ne l'est pas ? Et d'ailleurs, puisque la corde est immédiatement appliquée à la flèche, et la main à la pierre, puisqu'il n'y a, entre elles, aucun intervalle, quel serait donc cet air qui est mis en mouvement derrière le projectile ? Quant à l'air qui se trouve sur les côtés, s'il est mis en mouvement, qu'importe au projectile ? Cet air et le projectile sont chassés chacun pour son compte.

» Par ces considérations et par beaucoup d'autres, on doit reconnaître qu'il est impossible que les corps mûs par violence soient mis en mouvement de cette façon. Il est nécessaire, au contraire, qu'une certaine puissance motrice incorporelle soit cédée au projectile par l'instrument de jet (Ἀλλ' ἀνάγκη κινητικήν τινα δύναμιν ἀσώματον ἐνδίδοσθαι ὑπὸ τοῦ ῥιπτοῦντος τῷ ῥιπτουμένῳ) ; l'air

chassé ne contribue absolument pas à ce mouvement ou n'y contribue que fort peu.

» Mais si c'est de la sorte que sont mus les corps animés de mouvement violent, il est, dès lors, évident que si on lançait, dans le vide, une flèche ou une pierre, par violence ou contre nature, ce corps y serait transporté beaucoup mieux [que dans le plein] ; il n'aurait aucun besoin que quelque chose d'extérieur à lui-même le poussât.

» Cette raison — je parle de celle-ci, qu'une certaine énergie motrice incorporelle est cédée au projectile par l'instrument de jet (ὅτι ἐνέργειά τις ἀσώματος κινητικὴ ἐνδίδοται ὑπὸ τοῦ ῥίπτουντος τῷ ῥιπτουμένῳ), et que c'est là le motif pour lequel il faut que l'instrument balistique soit appliqué au projectile — cette raison, dis-je, ne deviendra certes pas plus difficile à recevoir si nous appelons en témoignage, en sa faveur, cette proposition évidente : Certaines énergies sont envoyées aux yeux par les choses visibles, comme l'enseigne Aristote. Nous voyons, en effet, que certaines énergies sont émises, sous forme incorporelle, par les couleurs, et teignent les corps opaques (στερεά = *solides*) qui leur sont présentés ; ainsi en est-il quand un rayon de soleil rencontre des couleurs, comme on le peut voir clairement lorsqu'un rayon solaire passe au travers de vitres colorées ; que ce rayon, qui a traversé la vitre [colorée], tombe, en effet, sur un corps opaque, et celui-ci se teint d'une couleur semblable à celle qui a été traversée par le rayon. Il est donc évident que des corps peuvent, en d'autres corps, engendrer, sous forme incorporelle, certaines énergies.

» Quoi donc ? Si le projectile est une pierre ou un trait, si, d'autre part, le moteur, ce qui produit la violence, c'est l'homme, qu'est-ce qui empêche qu'un corps ne soit lancé, alors même que le milieu serait vide ? Maintenant, en effet, alors que le milieu est plein, qu'il met obstacle aux mouvements des corps, que les corps en mouvement sont obligés de diviser ce milieu, ces corps sont, tout de même, mis en mouvement. Si donc le milieu était vide, qu'est-ce qui empêcherait de lancer une flèche, une pierre ou quelque autre chose, du moment qu'il y a l'instrument de jet, le projectile et l'espace (ὄντος καὶ τοῦ ῥιπτοῦντος καὶ τοῦ ῥιπτουμένου καὶ τῆς χώρας) ? »

Ce n'est pas l'air qui meut le projectile ; il n'est, au contraire, qu'un obstacle à son mouvement ; le projectile irait plus vite et plus loin si l'air ne lui résistait pas ; c'est le langage que vient de nous faire entendre Jean d'Alexandrie ; c'est le langage même du sens commun.

Le sens commun suffit à nous enseigner que si le projectile continue à se mouvoir quelque temps après qu'il a quitté notre main, s'il peut ébranler les obstacles qu'il frappe, il n'en faut pas chercher le principe hors de lui, mais en lui ; le sens commun suffit à nous apprendre qu'en lançant le projectile, nous n'y avons rien infusé de corporel ; le sens commun nous découvre donc cette puissance par laquelle le projectile persiste dans son mouvement et reste apte à le communiquer.

Cette puissance motrice (κινητικὴ δύναμις), cette énergie cinétique (ἐνέργεια κινητική) que le moteur a, au début du mouvement, communiquée au projectile, le sens commun la connaît à la façon dont il connaît toutes choses ; il en a une notion vague, purement qualitative, complexe, inanalysée ; le vague et la complexité de cette idée lui permettent de la comparer à d'autres idées également indécises et compliquées, alors qu'une connaissance plus précise et plus détaillée condamnerait ces rapprochements.

Cette puissance motrice, le sens commun la compare à une force, telle que le poids d'un corps, parce qu'il rassemble dans l'idée confuse et sous le nom mal défini de force tout ce qui détermine ou favorise un mouvement. La Mécanique viendra plus tard montrer que cette puissance n'est, en rien, comparable à une force, qu'elle est un concept d'autre nature.

A cette puissance motrice, le sens commun attribue, tout à la fois, de multiples propriétés. Entre ces propriétés, la Mécanique, un jour, fera un triage ; les unes seront conférées à la quantité de mouvement ou à sa composante suivant la direction que suit le mobile ; les autres seront réservées à la force vive ou énergie cinétique.

Pour que la Mécanique soit en état d'introduire, au sein des connaissances troubles et confuses du sens commun, toutes ces clartés et toutes ces distinctions, il faudra attendre que le temps de Leibniz, de Huygens et de Newton soit arrivé, que Galilée, que Descartes, que Beeckman, que Pierre Gassend aient accompli leur œuvre. Jusqu'au XVIIe siècle, la Dynamique progressera suivant les principes imprécis et inanalysés du sens commun ; elle suivra donc la tradition de Philopon ; mais ce progrès, nous ne le verrons point inaugurer avant le XIVe siècle ; alors seulement l'Université de Paris commencera de substituer une Dynamique sensée à la Dynamique d'Aristote.

VI

LE MOUVEMENT DES PROJECTILES. JEAN PHILOPON A-T-IL EU DES PRÉCURSEURS ?

La théorie du mouvement des projectiles donnée par Philopon est si parfaitement conforme à l'enseignement du sens commun qu'il serait puéril de dire du Grammairien qu'il l'a inventée. Mais si l'on peut prétendre que cette théorie a été connue de tout homme raisonnable, capable d'observer les faits les plus communs et de réfléchir sur ses observations, il est permis aussi de se demander si Jean d'Alexandrie a été le premier à la formuler explicitement, le premier à l'opposer aux étranges divagations de l'École péripatéticienne.

Pour répondre à cette question, il faudrait connaître tous les écrits où des auteurs, étrangers au Péripatétisme, ont traité de Dynamique. Or, de tels écrits, presque rien ne nous est parvenu.

Parmi les mécaniciens de profession, on acceptait sans doute, sans les discuter, les enseignements du sens commun ; aussi n'éprouvait-on point le besoin de les formuler d'une manière explicite, capable d'exclure toute confusion avec la théorie péripatéticienne ; dès lors, les termes employés étaient si vagues qu'un disciple d'Aristote eût pu les admettre aussi bien qu'un adversaire du Stagirite.

C'est la réflexion qu'inspire un très court passage écrit par Philon de Byzance au quatrième livre de son grand traité de Génie militaire (Βελοποιϊκῶν λόγος δ') :

« Je dis [1] que plus vive sera la détente des battants [de l'engin chalcotone], plus loin sera lancé le trait. En effet, plus sera vif le déplacement de la corde archère, plus rapide sera le mouvement qu'elle mettra en activité dans le trait, de sorte que, par la persistance du mouvement, en un temps égal, le trait sera transporté sur un plus long espace — Ἡ γὰρ ὀξυτάτη φορὰ τῆς τοξίτιδος ταχυτάτον ἐνεργάζεται τῷ βέλει κίνησιν, ὥστε ἐν ἴσῳ χρόνῳ πλείονα τόπον ἐνεχθῆναι διὰ τὸ συνεχὲς τῆς φορᾶς. » Il est malaisé de voir en ces quelques lignes une esquisse des idées que déclarera Philo-

1. Victor Prou, *Le chirobaliste d'Héron d'Alexandrie (Notices et extraits des manuscrits de la Bibliothèque Nationale,* t. XXVI, Deuxième partie, 1877, p. 97).

pon ; plus malaisé d'y reconnaître une adhésion à la doctrine péripatéticienne.

Faut-il, comme le croit M. Haas [1], attribuer plus de portée à une opinion qu'Hipparque tenait en son écrit : *Sur la chute des corps pesants*, Περὶ τῶν διὰ βαρύτητα κάτω φερομένων ? Voici cette opinion, que Simplicius nous a conservée [2] :

« Dans la projection d'un corps au dessus du sol, la cause du déplacement vers le haut, c'est la force qui projette vers le haut (ἀναρρίψασα ἰσχύς) jusqu'à ce que la puissance du projectile (τοῦ ῥιπτομένου δύναμις) prenne de la vigueur; plus cette force projetante a de vigueur, plus vite est l'ascension du mobile ; mais, comme elle va en diminuant, il arrive, d'abord, que le mobile ne monte pas avec une vitesse uniforme (ἐν ὁμοίῳ τάχει) ; puis, il advient que le mobile se met à descendre, parce que ce qui subsiste, pour ainsi dire, de la puissance projetante dirigée vers le haut (ἀναπεμψάσα δύναμις) se trouve égalé par la pesanteur propre [du mobile] ; comme cette puissance devient de plus en plus faible, le corps qui descend se meut toujours de plus en plus vite (ἐξιτήλου δὲ μᾶλλον γινομένης τὸ καταφερόμενον ἀεὶ μᾶλλον θᾶττον φέρεσθαι) ; il atteint sa plus grande vitesse lorsque cette puissance, à la fin, l'abandonne (καὶ τάκιστα ὅταν ἐκείνη τελέως ἐπιλείπῃ). »

Nous avons cité en entier ce passage d'Hipparque ; au prochain paragraphe, les dernières phrases retiendront notre attention ; pour le moment, ce sont les premières seules qui l'appellent.

Faut-il voir, en ces phrases, la preuve qu'Hipparque, au lieu d'attribuer à l'agitation du milieu fluide l'entretien du mouvement des projectiles, mettait cet entretien sur le compte d'une puissance imprimée dans la substance même du mobile ?

Qu'Hipparque ait admis l'existence d'une telle puissance, cela est fort possible. Mais il serait très imprudent d'en voir le témoignage assuré dans ce que le grand astronome, au rapport de Simplicius, disait de la chute accélérée des graves. La *force qui projette vers le haut*, l'ἀναρρίψασα ἰσχύς dont il parle pourrait fort bien être cette traction que, selon la Physique péripatéticienne, l'air ébranlé exerce sur le projectile. En voici une preuve :

La trente-troisième des *Questions mécaniques* attribuées à Aris-

1. Arthur E. Haas, *Ueber die Originalität der physikalischen Lehren des Johannes Philoponus* (*Bibliotheca mathematica*, 3te Folge, Bd. VI, p. 337, 1906).

2. Simplicii *In Aristotelis de Cælo commentaria*. Edidit J. L. Heiberg, Berolini, MDCCCXCIV ; lib. I, cap. VIII, pp. 264-265.

tote demande[1] pourquoi les projectiles larges ne tardent pas à s'arrêter. « N'est-ce pas, répond-elle, parce que la force (ἰσχύς) prend fin, ou bien à cause de la rotation, ou bien parce que le poids du mobile finit par devenir plus puissant que la force projetante (ἰσχὺς ῥιψάσα)? » L'expression employée ici est la même que celle dont Hipparque fait usage. Or, cette question se termine par la réflexion que voici : « N'est-il pas absurde de disputer à ce sujet en laissant de côté le principe » qui peut seul résoudre le problème ? Quel est donc ce principe ? C'est ce que dit, tout aussitôt, la trente-quatrième question[2]. Celle-ci nous apprend que le mouvement des projectiles est maintenu par l'ἀντιπερίστασις et que le projectile s'arrête lorsqu'en ce mouvement cyclique, un moteur n'est plus assez puissant pour communiquer au mobile suivant la force de mouvoir à son tour. Un partisan de l'ἀντιπερίστασις peut donc parler de *force projetante*, d'ἰσχύς ῥιψάσα ; sans renoncer à sa Physique, il peut tenir le même langage qu'Hipparque.

On en doit, sans doute, dire autant de certains passages des *Questions mécaniques* que l'on croirait, au premier abord, inspirés par la Dynamique de Jean Philopon.

Ainsi la trente-deuxième question demande[3] pourquoi il est plus facile de tirer un corps dans une certaine direction lorsqu'il se meut déjà dans ce sens que lorsqu'il est au repos ; pourquoi, d'autre part, le mouvement du corps rend plus difficile la traction en sens contraire.

A la première demande, l'auteur répond que « le corps déjà en mouvement dans la même direction fait quelque chose de semblable à ce que fait le moteur qui l'entraîne (τῷ ὠθοῦντι ὅμοιον ποιεῖ) ; il se comporte comme si quelqu'un accroissait la puissance et la vitesse du moteur (ὥσπερ ἂν εἰ αὐξήσειέ τις τὴν τοῦ κινοῦντος δύναμιν καὶ ταχύτητα). »

Évidemment, on peut interpréter tout cela dans le sens de la Dynamique de Philopon ; si le corps en mouvement dans une certaine direction fait la même chose que ce que fait le moteur qui le pousse en ce sens, c'est, peut-on dire, parce qu'il possède en lui-même une certaine κινητικὴ δύναμις par laquelle son mouvement est entretenu. Mais que l'on y prenne garde ; cette interprétation n'a rien de forcé ; si l'on veut bien peser les termes que

1. ARISTOTE, *Questions Mécaniques*, 33 [32] (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. IV, p. 73 ; éd. Bekker, vol. II, p. 858).
2. ARISTOTE, *Questions mécaniques*, 34 [33] (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. IV, p. 73 ; éd. Bekker, vol. II, p. 858, col. a).
3. ARISTOTE, *Questions mécaniques*, 32 [31] (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, t. IV, pp. 72-73 ; éd. Bekker, vol. II, p. 858, col. a).

nous venons de rapporter, on verra qu'il n'en est aucun dont ne puisse user un partisan de l'ἀντιπερίστασις.

En résumé, donc, hors le commentaire de Jean Philopon à la *Physique* d'Aristote, nous ne possédons aucun texte où l'attribution du mouvement des projectiles à l'air ambiant soit formellement rejetée.

VII

LA CHUTE ACCÉLÉRÉE DES GRAVES

Lorsqu'un corps pesant tombe librement, la vitesse de sa chute croît d'un instant à l'autre. Ce fait a été sûrement connu dès la plus haute antiquité ; Aristote en fait mention, à plusieurs reprises, comme d'une vérité communément admise. « Toujours, dit-il [1], le mobile qui tend vers le lieu de son repos semble se mouvoir d'un mouvement accéléré ; au contraire, le corps qui se meut de mouvement violent ralentit sa course. — Ἀλλὰ τὸ μὲν ἱστάμενον ἀεὶ δοκεῖ φέρεσθαι θᾶττον, τὸ δὲ βίᾳ τοὐναντίον. »

Comment cette accélération qui affecte la chute des graves a-t-elle pu être constatée ? Simplicius cite [2] deux observations propres à la mettre en évidence :

Lorsqu'un filet d'eau tombe d'un lieu élevé, d'une gouttière par exemple, il se montre continu au voisinage de son origine ; mais, bientôt, l'accélération de la chute sépare les unes des autres les gouttes d'eau qui tombent à terre isolées.

Quand une pierre tombe d'un lieu élevé, elle frappe l'obstacle plus violemment si on l'arrête vers la fin de sa chute qu'au milieu ou au commencement ; ce choc plus violent est la marque d'une plus grande vitesse.

Simplicius emprunte ces observations à un écrit intitulé : *Du mouvement*, Περὶ κινήσεως, composé par Straton de Lampsaque. Mais il est clair qu'elles ont pu être faites de tout temps et qu'il serait puéril d'en chercher le premier auteur.

La première des deux observations rapportées par Straton de

1. ARISTOTE, *Physique*, livre V, ch. VI (ARISTOTELIS *Opera*, éd. Didot, vol. II, p. 317 ; éd. Bekker, vol. I, p. 230, col. b). — Cf. ARISTOTE, *Physique*, livre VIII, ch. IX (Éd. Didot, vol. II, p. 363 ; éd. Bekker, vol. I, p. 265, col. b). ; *De Cælo* lib. I, cap. VIII (Éd. Didot, vol. II, p. 380 ; éd. Bekker, vol. I, p. 277, col. a).

2. SIMPLICII *In Aristotelis physicorum libros quattuor posteriores commentaria*. Edidit Hermannus Diels ; lib. V, cap. VI, p. 916.

Lampsaque se trouve exposée d'une manière précise dans un traité d'origine grecque ; ce traité est un des ouvrages que le Moyen-Age chrétien attribuait soit collectivement aux *Auctores de ponderibus*, soit, en particulier, à Jordanus de Nemore. Comme nous aurons, à plusieurs reprises, à citer ce travail, rappelons sommairement ici ce que nous en avons établi ailleurs.

Parmi les ouvrages de Statique attribués à Jordanus de Nemore, il en est un qui est sûrement l'œuvre authentique de cet auteur[1]. C'est un très bref petit traité, que forme une suite de treize propositions. Le titre de ce traité est : *Elementa* JORDANI *super demonstrationem ponderis*. L'authenticité en est établie par cette remarque : A deux reprises, l'auteur, citant des propositions de Géométrie, déclare les avoir démontrées dans un ouvrage qu'il appelle le *Philotechnes*[2] : « *Sicut declaravimus in Filotegni.* » Or ces deux propositions se lisent précisément au traité *De triangulis* dont Jordanus est l'auteur incontesté.

Dans ce petit ouvrage, à côté de beaucoup d'erreurs, se trouve, pour la première fois, l'exacte application, au problème de l'équilibre du levier droit, du principe des déplacements virtuels.

La justification de cette loi d'équilibre est évidemment l'objet de cet écrit. Il paraît avoir été composé pour servir d'introduction à un petit traité sur la balance romaine qui, fort souvent, lui est rattaché, et que l'on trouve aussi isolé.

Lorsqu'il est isolé, ce petit traité est intitulé *De canonio*[3]. L'ordre dans lequel se succèdent les lettres qu'emploient les démonstrations est le suivant :

A, B, G, D, E, Z, I, T.

Il reproduit l'ordre de l'alphabet grec : α, β, γ, δ, ε, ζ, η, θ. Selon Hultsch, c'est une marque indéniable de l'origine grecque de ce traité. De ce même traité, nous avons, d'ailleurs, un commentaire, écrit en arabe par le sabian Thâbit ben Kourrah.

Le commentaire de Thâbit ben Kourrah fut, comme le traité *De canonio*, très connu du Moyen-Age chrétien, car au XIIe siècle, Gérard de Crémone le traduisit en latin sous le titre : *Liber Carastonis*. *Carasto* est le nom que Thâbit donne, à la fois, à la balance romaine et à l'auteur du traité ; il n'est pas douteux que

1. P. DUHEM, *Les origines de la Statique*, t. I, pp. 99-108, et pp 112-123.
2 P. DUHEM, *Un ouvrage perdu de Jordanus de Nemore : le Philotechnes (Bibliotheca mathematica*, 3te Folge, Bd. V, p. 321 ; 1905). *A propos du Φιλοτέχνης de Jordanus de Nemore (Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik*, Bd. I, p. 88, 1909).
3. P. DUHEM, *Les origines de la Statique*, t. I, pp. 93-97.

ce mot ne soit une déformation du mot *charistion*, χαριστίων, par lesquels les Grecs désignaient la balance romaine ; Charistion, Χαριστίων paraît être le nom d'un personnage qui aurait perfectionné l'usage ou la théorie de la balance romaine ; par un phénomène dont l'histoire des arts mécaniques offre une foule d'exemples, le nom du mécanicien aurait été donné à l'instrument. Cet auteur serait peut-être celui auquel Philon de Byzance dédiait tous ses écrits, et que les traducteurs arabes ont appelé Ariston, Fariston, Mariston etc.

Le Moyen-Age chrétien a connu deux ouvrages inspirés par les *Elementa Jordani super demonstrationem ponderis*. L'un [1] est un commentaire, sans aucune valeur mécanique, dont nous ne parlerons pas ici. L'autre [2] est un traité dont l'importance est extrême dans l'histoire de la Statique. Écrit avec le souci d'éviter ou de corriger les erreurs commises par Jordanus de Nemore, il démontre, à l'aide du principe des déplacements virtuels, la loi d'équilibre du levier coudé et la loi d'équilibre d'un poids sur un plan incliné.

Cet écrit est souvent intitulé *Tractatus* ou *Liber Jordani de ponderibus*, ou encore *Liber Jordanis de ratione ponderis*. En général, il forme la première partie d'un traité qui en comprend quatre. Au XVIe siècle, Nicolò Tartaglia possédait un exemplaire manuscrit de ce traité en quatre parties ; il l'avait impudemment plagié dans ses écrits sur la Statique. Après la mort de Tartaglia, ce manuscrit, trouvé dans ses papiers, fut publié, sous une forme presque incompréhensible d'ailleurs, et sous le nom de Jordanus, par Curtius Trojanus [3].

Or, tandis que la première partie de cet ouvrage [4] est sûrement postérieure à Jordanus de Nemore, les trois dernières parties sont, très certainement, un écrit d'origine grecque qui semble avoir passé au Latin par l'intermédiaire de l'Arabe. Les lettres que portent les figures ou qu'emploient les démonstrations se suivent, en général, dans l'ordre caractéristique

A, B, C, D, E, Z, H, T.

La première partie ne présente rien d'analogue.

1. P. Duhem, *Les origines de la Statique*, t. I, pp. 128-134.
2. P. Duhem, *Les origines de la Statique*, t. I, pp. 134-147.
3. Jordani *Opusculum de ponderositate*, Nicolai Tartaleæ *studio correctum, novisque figuris auctum*. Venetiis, apud Curtium Trojanum, MDLXV.
4. P. Duhem, *La Scientia de ponderibus et Léonard de Vinci (Études sur Léonard de Vinci, ceux qu'il a lus et ceux qui l'ont lu*. Première série, 1906, pp. 312-316).

D'ailleurs, les trois dernières parties forment si bien un ouvrage distinct de la première, qu'au lieu de les trouver à la suite de cette première partie, on les trouve, parfois, à la suite des treize propositions de Jordanus.

De même que les *Elementa Jordani* semblent avoir eu pour objet d'établir la loi d'équilibre du levier droit et, par là, de servir d'introduction au *De canonio*, qui invoquait cette loi, de même, la première partie du *Liber de ponderibus* paraît surtout destinée à établir la condition d'équilibre du levier coudé, méconnue par Jordanus, et, par là, à préparer à la lecture du traité antique qui forme les trois dernières parties ; la loi d'équilibre du levier coudé est, en effet, employée dans ce traité.

Est-il possible de pousser plus loin et de nommer l'auteur grec de cet ouvrage ? Nous ne le croyons pas.

Thurot [1] qui a, le premier, attribué une origine hellénique au *Liber de ponderibus*, a émis la supposition qu'il était identique au traité *Des poids*, Περὶ ῥοπῶν, composé par Ptolémée et aujourd'hui perdu. Il ne nous paraît pas que cette supposition puisse être admise. Simplicius, en effet, connaissait le Περὶ ῥοπῶν de Ptolémée, qu'il cite [2] en son commentaire au *Traité du Ciel* d'Aristote ; il lui attribue des considérations que nous ne trouvons pas au *Liber de ponderibus*. Lorsque ce même Simplicius énumère, comme nous le dirons dans un instant, les diverses explications de la chute accélérée des graves qui ont été proposées dans l'Antiquité, il ne fait aucune mention de la curieuse hypothèse proposée par le *Liber de ponderibus*. Il ne connaissait donc pas cet ouvrage.

Nous n'en pouvons, dès lors, nommer l'auteur ; nous pouvons dire, seulement, qu'il connaissait les *Questions mécaniques* d'Aristote et, peut-être, *l'Élévateur* de Héron d'Alexandrie.

Comme les *Questions mécaniques* attribuées à Aristote, comme les *Questions* introduites par Vitruve au dixième livre de son *Architecture*, comme les *Questions* résolues par Héron d'Alexandrie dans son *Élévateur*, l'ouvrage qui nous occupe en ce moment est une suite de propositions assez peu ordonnées, dont quelques-unes sont évidemment inspirées des *Questions mécaniques*. Les deux premières parties sont exclusivement consacrées à la Statique. La dernière partie traite de problèmes fort divers que nous rapporterions aujourd'hui à la Dynamique, à l'Hydrostatique, à

1. Ch. Thurot, *Recherches historiques sur le principe d'Archimède (Revue Archéologique*, nouvelle série, t. XIX, 1869, p. 117).
2. Simplicii *In Aristotelis de Cœlo commentaria*. Edidit J. L. Heiberg ; lib. IV, cap. IV, p. 710.

l'Hydrodynamique, à la science de l'Élasticité. C'est cette dernière partie, la quatrième du *Liber de ponderibus* [1], qui contient les textes auxquels nous allons nous arrêter.

Voici ce que nous lisons en la quinzième proposition de cette partie [2] :

« *Un liquide qui s'écoule d'une manière continue forme un jet dont la section est d'autant plus étroite que le liquide intéressé par cette section coule depuis plus longtemps.*

» Soient AB l'orifice par lequel se fait l'écoulement et C la première partie qui s'écoule. Lorsque cette partie est parvenue en DF, la partie E est à l'orifice. De même, lorsque la partie E est parvenue en DF [3], la partie O est à l'orifice, etc. Plus une partie descend, plus elle devient pesante ; la partie C est donc plus pesante en DF qu'elle n'était en AB ; elle est donc plus pesante en DF que n'est la partie E en AB ; aussi, tandis que E parvient en DF, C parvient en ZT, de telle sorte que FZ soit plus long que AF ; le jet devient donc continuellement plus grêle parce que les parties qui sont sorties les premières sont les plus rapides ; aussi finissent-elles par se séparer les unes des autres. »

C'est la première observation mentionnée par Straton de Lampsaque.

La seconde observation rapportée par Straton de Lampsaque n'est pas ignorée du *Liber de ponderibus*. Il y fait une évidente allusion dans la septième proposition de sa dernière partie [4] :

« *Tout corps produit une plus forte action motrice lorsqu'il est en mouvement.*

» S'il est mû par impulsion, il est clair qu'il est lui-même en état de pousser. S'il se meut, au contraire, de son propre mouvement, plus il se meut, plus il devient rapide et, partant, plus il devient pesant. Un corps en mouvement pousse donc un obstacle plus fortement que s'il ne se mouvait point, et d'autant plus fortement qu'il se meut davantage. »

De l'accélération ainsi observée dans la chute des graves, quelle explication l'Antiquité donnait-elle ?

Reportons-nous au principe fondamental de la Dynamique péri-

1. La Bibliothèque nationale possède deux textes manuscrits de ce traité, dans les collections comprises sous les numéros 7378 A et 8680 A (fonds latin) ; le second est beaucoup plus lisible et plus correct que le premier

2. Jordani *Opusculum de ponderositate*, fol. 16, recto et verso.

3. Il est probable que la lettre F a été introduite par quelque copiste au lieu de la lettre H. Dans la plupart des démonstrations, nous l'avons dit, les lettres se suivent dans l'ordre A, B, C, D, E, Z, H, T.

4. Jordani *Opusculum de ponderositate*, quæstio trigesimasexta ; fol. 14, verso.

patéticienne : Si une certaine force (ἰσχύς) ou puissance (δύναμις) meut un certain corps avec une certaine vitesse, il faudra une force ou puissance double pour mouvoir le même corps avec une vitesse double. Ce principe, admis sans conteste pendant des siècles, exigeait qu'à la vitesse croissante d'un grave qui tombe correspondît une valeur croissante de la force qui entraîne ce grave ; le poids d'un corps augmente donc au fur et à mesure que la chute de ce corps se poursuit ; le *Liber de ponderibus* vient de le déclarer très formellement.

Partant, le problème posé par la chute accélérée des corps pesants se transformait aussitôt, pour les anciens philosophes, en celui-ci : A quoi est dû le continuel accroissement éprouvé par la force qui entraîne un grave, au fur et à mesure que ce grave s'éloigne de son point de départ ?

A la question ainsi formulée, on a fait des réponses très nombreuses et très diverses.

Voici d'abord l'opinion que semble avoir conçue Aristote :

La pesanteur est une puissance par laquelle le grave tend vers son lieu naturel, c'est-à-dire vers le lieu où sa forme substantielle atteindrait sa perfection, où la conservation de ce corps serait le mieux assurée. Plus le grave approche de son lieu, plus cette puissance devient intense ; en d'autres termes, plus il s'approche du centre du Monde, plus il devient pesant.

Que telle soit bien l'opinion d'Aristote, il n'est pas aisé de le prouver par une citation formelle ; tout au plus peut-on dire que cette opinion s'accorde aisément avec tel passage de ses écrits, par exemple avec le suivant [1] :

« Que le mouvement naturel des corps ne se poursuive pas à l'infini, voici qui l'indique : La terre se meut d'autant plus vite qu'elle est plus près du centre ; et le feu, d'autant plus vite qu'il est plus voisin du lieu supérieur — Τεκμήριον δὲ τοῦ μὴ εἰς ἄπειρον φέρεσθαι, καὶ τὸ τὴν γῆν μέν, ὅσῳ ἂν ἐγγυτέρω ᾖ τοῦ μέσου, θᾶττον φέρεσθαι, τὸ δὲ πῦρ, ὅσῳ ἂν τοῦ ἄνω. »

C'est assurément à ce passage d'Aristote que Simplicius faisait allusion lorsqu'il disait [2], au commencement de son énumération des hypothèses sur la chute accélérée des graves :

« Aristote pense que les corps, en s'approchant de leur lieu naturel, reçoivent une plus grande puissance de la part de la plé-

1. Aristote, *De Cœlo* lib. I, cap. VIII (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, vol. II, p. 380 ; éd. Bekker, vol. I, p. 277, col. a).
2. Simplicii *In Aristotelis de Cœlo commentaria*. Edidit J. L. Heiberg, lib. I, cap. VIII, p. 264.

nitude qui leur est propre et acquièrent une forme plus achevée ; c'est donc par une augmentation de poids qu'une masse de terre se meut plus vite lorsqu'elle arrive plus près du centre — Ἀριστοτέλης μὲν γὰρ ἀπὸ τῆς οἰκείας ὁλότητος δυναμοῦσθαι μᾶλλον τὰ πλησιάζοντα νομίζει καὶ τὸ εἶδος τελεώτερον ἀπολαμβάνειν · βάρους γοῦν προσθήκῃ τὴν γῆν θᾶττον φέρεσθαι πρὸς τῷ μέσῳ γινομένην. »

Ce n'est donc pas parce que la chute dure depuis plus longtemps qu'elle est plus rapide ; c'est parce que le poids d'un corps est d'autant plus grand que ce corps est plus voisin du centre du Monde. Telle est l'idée, étrangement erronée, qu'Aristote paraît avoir conçue.

A l'opinion d'Aristote, Simplicius fait succéder celle d'Hipparque. Celle-ci, nous l'avons rapportée au § VI [1]. Hipparque pense qu'un corps qui tombe est encore soumis à un résidu de la force qui l'a jeté en haut ; la force qui le meut, c'est l'excès de son poids sur ce reste de force ascensionnelle ; comme ce reste va toujours en s'atténuant, la puissance qui fait tomber le grave croît d'un instant à l'autre, et le grave descend de plus en plus vite.

Alexandre d'Aphrodisias [2] ne s'en veut tenir ni à l'explication d'Aristote ni à l'explication d'Hipparque ; Simplicius nous fait connaître, et par des citations textuelles, ce qu'il en pensait.

Comme Hipparque, Alexandre répute improbable l'accroissement qu'éprouverait le poids d'un corps à l'approche du centre. Mais à l'opinion d'Hipparque, il fait une grave objection ; excellente pour expliquer la chute accélérée qui suit un mouvement violent, elle est en défaut lorsqu'aucune violence n'a précédé le mouvement de descente.

A son tour, il propose une théorie qui n'est point sans affinité avec celle d'Hipparque.

Lorsqu'un grave est maintenu un certain temps dans une position élevée, sa nature s'altère et se transforme en une nature contraire ; de grave, il tend à devenir léger. Qu'on supprime alors l'obstacle qui le retenait, il va tomber ; mais, durant les premiers instants de sa chute, il gardera quelque chose de cette légèreté acquise par son séjour en haut lieu, de cette vertu qui s'oppose à la descente ; la pesanteur en sera diminuée d'autant et la chute sera d'abord fort lente ; puis, peu à peu, cette légèreté acquise ira s'affaiblissant ; elle gênera de moins en moins l'action de la gravité, et la chute s'accélérera.

Thémistius revient purement et simplement à l'explication

1. *Vide supra*, p. 386.
2. SIMPLICIUS, *loc. cit.*, pp. 265-267.

d'Aristote ou, du moins, à celle que Simplicius attribue au Stagirite ; le poids d'un corps est d'autant plus grand, et, partant, la chute de ce grave d'autant plus rapide que le centre du Monde est moins loin. C'est cette explication qu'il expose en grand détail [1].

Jean Philopon admettait également cette doctrine; c'est, du moins, ce qui paraît d'après un fragment [2], qui nous a été conservé, de son commentaire au cinquième livre de la *Physique* d'Aristote. « Plus le mobile s'approche de son lieu naturel, plus vite il est mû, attendu qu'il est renforcé par la plénitude qui lui est propre (Ἐπειδὴ γὰρ ὅσῳ τοῦ κατὰ φύσιν τόπου ἐγγίζει τὸ κινούμενον, θᾶττον κινεῖται ἅτε ῥωννύμενον ὑπὸ τῆς οἰκείας ὁλότητος).... Ainsi, ceux qui passent de la maladie à la santé marchent d'autant plus vite vers la santé qu'ils en approchent davantage. »

Toutes ces opinions professées par Aristote, par Hipparque, par Alexandre, par Thémistius, par Philopon ont ceci de commun qu'elles attribuent l'accélération constatée dans la chute des graves à une propriété du corps pesant lui-même, à un accroissement ou à une atténuation d'une certaine puissance siégeant en ce corps.

L'accroissement de force que, selon la Dynamique antique, requiert cet accroissement de vitesse, d'autres interprétations l'attribuent au milieu que le grave traverse dans sa chute.

Simplicius nous apprend [3] que, de son temps, nombre de physiciens (τινὲς δὲ καὶ οὐκ ὀλίγοι) expliquaient de la manière suivante l'accélération de la chute des graves : Lorsqu'un corps est très éloigné du sol, une grande épaisseur d'air se trouve au-dessous de lui ; cette épaisseur devient plus faible au fur et à mesure que le grave se rapproche du sol ; dès lors, en tombant, le poids divise de plus en plus aisément l'air sous-jacent et, par là, semble de plus en plus lourd.

Enfin le *Tractatus de ponderibus* donne une explication qui, au Moyen-Age et au temps de la Renaissance, trouvera de nombreux partisans. Voici, en effet, la sixième proposition de la dernière partie de ce traité [4] :

1. Themistii *In Aristotelis physica paraphrasis*. Edidit Henricus Schenkl ; Berolini, MCM. Lib. V, cap. VI, pp. 178-180.

2. Ioannis Philoponi *In Aristotelis physicorum libros quinque posteriores commentaria*. Edidit Hieronymus Vitelli ; Berolini, MDCCCLXXXVIII. Lib. V, cap. VI, p. 797.

3. Simplicius, *loc. cit.*, p. 266.

4. Jordani *Opusculum de ponderositate*, quæstio trigesimaquarta, fol. 14, recto.

« *Une chose grâve se meut d'autant plus vite qu'elle descend plus longtemps.*

» Ceci est plus vrai dans l'air que dans l'eau, car l'air est propre à toutes sortes de mouvements. Donc, un grave qui descend tire, en son premier mouvement, le fluide qui se trouve derrière lui, et met en mouvement le fluide qui se trouve au-dessous, à son contact immédiat; les parties du milieu ainsi mises en mouvement meuvent celles qui les suivent, de telle sorte que celles-ci, déjà ébranlées, opposent un moindre empêchement au grave qui descend. Par le fait, celui-ci devient plus grave et donne une plus forte impulsion aux parties du milieu qui cèdent devant lui, au point que celles-ci ne sont plus simplement poussées par lui, mais qu'elles le tirent. Il arrive ainsi que la gravité du mobile est aidée par leur traction et que, réciproquement, leur mouvement est accru par cette gravité, en sorte que ce mouvement augmente continuellement la vitesse du grave. »

Si étrange que soit cette explication, on doit reconnaître, en elle, une suite naturelle de l'hypothèse par laquelle Aristote expliquait le mouvement des projectiles. Aristote nous a parlé [1] du corps pesant qu'une certaine puissance jette violemment vers le bas. Il nous a dit comment « le mouvement naturel, la chute d'une pierre, par exemple, est rendu plus rapide par le fait qu'il est dans le sens de la force projetante — Τὴν μὲν κατὰ φύσιν, οἷον τῷ λίθῳ τὴν κάτω, θᾶττον ποιήσει τὸ κατὰ δύναμιν ». Il nous a dit aussi que cette puissance se servait de l'air comme d'un instrument; qu'en ce cas, l'air se comportait comme quelque chose de pesant, dont l'action s'ajouterait au poids du corps qui tombe. Qu'a fait l'auteur du *Tractatus de ponderibus* ? Il s'est inspiré de cette théorie. Si l'agitation communiquée à l'air par celui qui jette une pierre vers le sol a pour effet d'accroître, en apparence, le poids de cette pierre, l'agitation communiquée à l'air par le corps même qui tombe, a-t-il pensé, devra entraîner une conséquence toute semblable.

C'est, sans doute, une supposition du même genre qu'avait dans l'esprit l'auteur des *Questions mécaniques*, lorsqu'il rédigeait la dix-huitième de ces questions. « Pourquoi, disait-il [2], en posant sur une pièce de bois le tranchant d'une lourde hache, en surchargeant même cette hache d'un grand poids, ne parvient-on pas à diviser le bois, tandis qu'il suffit de lever cette hache et

1. Aristote, *De Cœlo* lib. III, cap. II (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, vol. II, p. 415; éd. Bekker, vol. I, p. 301, col. b).
2. Aristote, *Questions mécaniques*, XVIII.

d'en frapper le bois pour le couper? Ce qui frappe est, cependant, beaucoup moins lourd que ce qui était posé sur le bois et le pressait. »

C'est, dit l'auteur, « qu'un grave en mouvement reçoit mieux le mouvement de la pesanteur qu'un grave en repos. Le grave, donc, qui est simplement posé n'est mû que par le mouvement de son poids ; le grave en mouvement est mû de ce mouvement-là et du mouvement donné par celui qui frappe ».

Ce sont là réflexions qu'il serait aisé, assurément, d'interpréter dans le sens d'une Mécanique douée, au moins confusément, de la notion de force vive ; mais il est probable qu'une telle interprétation altérerait l'intention de l'auteur des *Questions mécaniques* ; c'est par l'ἀντιπερίστασις, nous le savons, que celui-ci expliquait la persistance du mouvement des projectiles ; nous devons donc penser que ce mouvement donné par celui qui frappe (τοῦ τύπτοντος κίνησις) se transmet à l'aide de l'air agité, de l'air qui agit ici à titre de corps pesant et augmente le poids de la hache. L'auteur des *Questions mécaniques* a, sans doute, même opinion que l'auteur du Περὶ Οὐρανοῦ ; l'idée de l'un comme l'idée de l'autre prépare la théorie du *Liber de ponderibus* au sujet de la chute accélérée des graves.

Nous avons exposé, d'une manière à peu près complète, ce que l'on sait de la Dynamique des Hellènes.

Au sujet de la chute accélérée des graves, la vérité n'était aucunement apparue aux philosophes grecs. Leur raison était trop fermement et trop unanimement convaincue qu'une force a pour mesure la vitesse du mouvement qu'elle produit pour qu'ils puissent, le moins du monde, soupçonner cet axiome de la Mécanique moderne : Une force constante produit un mouvement uniformément accélérée.

Au sujet des deux autres problèmes qui les ont préoccupés, du mouvement des corps dans le vide et du mouvement des projectiles, ils ne sont pas demeurés dans une ignorance aussi complète.

Sans doute, la Physique péripatéticienne qui, en d'autres circonstances, a eu de si pénétrantes et si prophétiques intuitions, s'est égarée, ici, dans des erreurs grossières. Nulle part les méprises qui viciaient certains de ses principes n'ont produit de conséquences plus contraires aux enseignements de l'expérience. Nulle part, non plus, elle n'exercera une plus durable et plus pernicieuse influence ; le joug de la Dynamique aristotélicienne est un

de ceux que la Science moderne aura le plus de peine à secouer. Cependant, hors des écoles péripatéticiennes, il s'est trouvé des mécaniciens hellènes pour formuler, au sujet du mouvement des corps, dans le vide ou en milieu plein, des principes sensés. Ces principes, c'est dans les écrits de Jean Philopon, et là seulement, que nous en trouvons l'énoncé formel.

De ces principes, Philopon était-il l'inventeur? Si oui, Jean d'Alexandrie, dit le Chrétien, mériterait d'être compté au nombre des grands génies de l'Antiquité, d'être célébré comme un des principaux précurseurs de la Science moderne.

Il est plus probable, cependant, que le Grammairien n'a point créé la Dynamique qu'il professe, qu'il l'a reçue de l'enseignement d'autrui, qu'il a continué la tradition de mécaniciens alexandrins. Il n'en a pas moins le mérite d'avoir, seul parmi tous les commentateurs de la *Physique* d'Aristote, compris combien cette Dynamique contenait de pensées justes, combien celle des Péripatéticiens était erronée, d'avoir défendu la première aussi fermement, aussi sensément qu'il combattait la seconde. Un tel mérite n'est pas mince.

CHAPITRE VII

LES ASTRONOMIES HÉLIOCENTRIQUES

I

QUE L'ASTRONOMIE DES SPHÈRES HOMOCENTRIQUES NE SAURAIT SAUVER LES PHÉNOMÈNES

Platon avait formulé, de la manière la plus précise et la plus générale, le problème de l'Astronomie, tel qu'il a été compris jusqu'à Képler. Il faut, disait-il, prendre pour hypothèses un certain nombre de mouvements circulaires et uniformes, et ces mouvements, il les faut choisir de telle sorte que leur composition sauve le cours apparent des astres.

Ce précepte si général, le disciple de Socrate l'avait restreint et particularisé par l'exemple de son propre système; cet exemple montrait, en effet, que ces mouvements circulaires et uniformes devaient être les révolutions de certaines sphères solides, emboîtées les unes dans les autres, ayant toutes pour centre le centre de la Terre. En suivant cet exemple, Eudoxe et Calippe avaient construit le système astronomique des sphères homocentriques, et Aristote, impliquant cette Astronomie dans sa Physique, avait constitué une doctrine cosmologique d'une grandiose unité.

Et cependant, l'Astronomie des sphères homocentriques ne résolvait pas, ne pouvait pas résoudre le problème posé par Platon; elle ne sauvait pas, elle était condamnée à ne jamais sauver la totalité des apparences célestes.

Ceux qui avaient construit cette Astronomie avaient projeté sur une surface sphérique concentrique à la Terre la course des astres

fixes ou errants, et c'est la projection de cette marche qu'ils s'étaient proposés de figurer par leurs combinaisons géométriques. Mais cette projection constitue-t-elle tout ce qu'en ce cours des astres, la vue peut percevoir et l'esprit concevoir? Ne peut-on se demander si la distance de chaque corps céleste à la Terre demeure fixe, si elle ne varie pas de grandeur tandis que ce corps se projette en des lieux différents de la sphère ? Ces variations de distance, ne peut-on pas, au cas où elles se produiraient, en constater la réalité ? Ces questions, nous ignorons si les auteurs de l'Astronomie des sphères homocentriques s'en étaient souciés ; leur système suppose, en tous cas, qu'ils les avaient résolues par la négative, car, en ce système, la distance d'un astre quelconque à la Terre demeure nécessairement invariable.

Il semble, cependant, qu'ils eussent dû se préoccuper de savoir si les astres demeuraient toujours à la même distance de la Terre. Parmi leurs contemporains, la doctrine de Philolaüs trouvait encore des partisans ; or, selon cette doctrine, les distances des divers corps célestes au feu central demeurent toujours les mêmes, mais il n'en est pas de même de leurs distances à la Terre. La variation d'une telle distance pouvait donc être regardée sinon comme une réalité, du moins comme une supposition susceptible d'être faite.

Cette supposition, d'autre part, le témoignage même des sens n'est-il pas de nature à l'imposer ? Ce témoignage, quelques-unes des observations qui nous le font connaître n'avaient-elles pas été faites dès le temps d'Eudoxe et d'Aristote ? Écoutons Sosigène [1] décrire les phénomènes qui condamnent l'hypothèse des sphères homocentriques et reprocher aux partisans de cette hypothèse de n'avoir pas tenu compte de ces faits :

« Les sphères des partisans d'Eudoxe ne sauvent pas les apparences ; non seulement elles ne sauvent pas les apparences qui ont été découvertes après ces auteurs, mais elles ne sauvent même pas les apparences qui étaient connues avant eux et qu'eux-mêmes regardaient comme vraies. Et d'abord, au sujet de ces apparences qu'Eudoxe n'avait pu sauver et que Calippe de Cyzique tenta de sauver, doit-on dire qu'il les a, en effet, sauvées ? Du moins est-il une chose qui est manifeste à la simple vue, et qu'aucun d'entre eux n'a réussi, avant Autolycus de Pitane, à déduire de ses hypothèses. D'ailleurs Autolycus lui-même n'y est pas parvenu ; sa controverse avec Aristothère est bien connue. Ce dont je veux

1. Simplicii *In Aristotelis libros de Cœlo commentarii,* lib. II, cap. XII ; éd. Karsten, p. 225, col. b, et p. 226, col. a ; éd. Heiberg, pp. 504-505.

parler, c'est le fait que certains astres tantôt nous sont voisins et, tantôt, s'éloignent de nous.

» Et pour quelques-uns d'entre eux, ce fait est manifeste à la simple vue.

» En effet, l'astre qu'on nomme étoile de Vénus et celui qu'on appelle étoile de Mars se montrent beaucoup plus grands lorsqu'ils sont au milieu de leur marche rétrograde, à tel point que, dans les nuits sans lune, l'étoile de Vénus oblige les corps à porter ombre.

» Au sujet de la Lune, il est également manifeste à la simple vue qu'elle n'est pas toujours également distante de nous, car elle ne nous paraît pas toujours de même grandeur, si nous prenons soin de la comparer à des objets invariables, toujours les mêmes.

» D'ailleurs, ceux qui observent à l'aide d'instruments tombent d'accord de la même vérité ; car, à la même distance de l'observateur, il faut placer tantôt un disque de onze doigts, tantôt un disque de douze doigts, interceptant la vue de cet observateur, pour que le regard de celui-ci ne rencontre plus la Lune.

» En outre de ces preuves, les faits qui accompagnent les éclipses totales [c'est-à-dire centrales] du Soleil témoignent en faveur de la proposition que nous avons avancée et fournissent une confirmation de la vérité de cette proposition. En effet, lorsque le centre du Soleil, le centre de la Lune et notre propre œil se trouvent sur une même ligne droite, les effets qui accompagnent cette circonstance ne se montrent pas toujours de semblable apparence ; dans certains cas, le Soleil se trouve tout entier compris dans le cône qui a notre œil pour sommet et qui est circonscrit à la Lune, en sorte qu'il demeure un certain temps caché à notre vue ; en d'autres cas, il s'en faut de quelque chose [qu'il puisse être en entier compris dans ce même cône], en sorte qu'au milieu de la durée de l'éclipse, une partie du Soleil se laisse voir sous forme d'un anneau circulaire entourant [la Lune].

» Or, si la grandeur de tous ces corps nous manifeste une telle variation, c'est nécessairement pour la raison qui fait paraître plus [ou moins] grand, dans l'air, un corps que l'on place à des distances différentes.

» Ce qui a lieu pour ces astres-là est manifeste même à la vue ; mais il est vraisemblable que la même chose a lieu pour les autres, bien que cela ne soit pas manifeste à la vue ; et non seulement cela est vraisemblable, mais cela est véritable, car le mouvement de ces astres paraît, chaque jour, se produire avec une vitesse différente ; dans leur grandeur apparente, il ne se rencontre

pas de variation, car il ne se produit pas une grande différence de distance par l'effet de leur ascension et de leur descente, ou de leur mouvement en profondeur (κατὰ βάθος), ainsi que les mathématiciens ont coutume de le nommer.

» Or, cela, [les tenants du système d'Eudoxe] n'ont pas tenté de le sauver ; ils n'ont pas tenté d'expliquer comment cette vitesse variait d'un jour à l'autre, bien que le problème méritât attention.

» Mais il n'est pas permis de dire qu'ils ont ignoré les variations que présente la distance d'un même astre.

» On voit, en effet, que Polémarque de Cyzique connaissait ces variations ; mais il les a négligées comme insensibles, parce qu'il avait une prédilection pour le système qui dispose toutes les sphères [concentriquement] autour du centre de l'Univers.

» Il est manifeste également qu'Aristote, dans ses *Problèmes de Physique*, a douté des hypothèses des astronomes, parce que la grandeur des astres errants ne paraît pas demeurer toujours la même ; il n'était donc pas pleinement satisfait des sphères compensatrices, bien qu'il fût séduit par leur disposition concentrique et par leurs mouvements, tous effectués autour du centre de l'Univers. »

Telles sont les critiques qu'en son traité Περὶ τῶν ἀνελιττουσῶν, Sosigène adressait au système des sphères homocentriques ; l'importance de ces critiques est encore accrue par le fait que Sosigène disposait de livres, tels que l'Ἀστρολογικὴ ἱστορία d'Eudème, déjà perdus au temps de Simplicius, et que ces critiques étaient sans doute, en grande partie, extraites de ces livres anciens.

Le système des sphères homocentriques est condamné dans son principe même ; en vertu de ce principe, en effet, il maintient chaque astre à une distance invariable de la Terre ; or la distance d'un astre errant à la Terre varie de jour en jour ; les variations que cette distance subit sont manifestes, et cela de bien des manières.

Elles sont manifestes pour Vénus et pour Mars par les changements d'éclat considérables que ces planètes offrent à notre vue.

Elles sont manifestes pour la Lune, car le diamètre apparent de cet astre peut être mesuré, et la mesure montre qu'il change dan le rapport de 12 à 11.

Elles sont rendues certaines par ce fait que les éclipses centrales de Soleil sont tantôt totales et tantôt annulaires, ce qui ne saurait être si la Lune et le Soleil demeuraient tous deux à une distance constante de la Terre.

Enfin ces variations de distance se peuvent conclure des principes, incontestés depuis Pythagore, que Platon rappelait aux

astronomes ; un astre tel que le Soleil doit parcourir une circonférence de cercle avec une vitesse constante ; s'il nous paraît se mouvoir avec une vitesse angulaire variable, c'est que nous ne l'observons pas du centre du cercle qu'il parcourt.

Telles sont les objections que Sosigène adresse aux partisans des sphères homocentriques ; ces objections, il les emprunte vraisemblablement à Eudème ; et, qui plus est, il nous affirme qu'elles étaient connues des contemporains d'Eudoxe, qui n'en contestaient pas le bien-fondé.

Et, en effet, le premier astronome, au dire de Sosigène, qu'ait préoccupé ce changement de diamètre apparent de chacun des astres errants est Polémarque de Cyzique, l'ami et le disciple d'Eudoxe, qui eut Calippe pour condisciple ; Polémarque a connu ce phénomène, mais il a négligé d'en tenir compte, afin de n'avoir pas à renoncer au système des sphères homocentriques, objet de sa prédilection.

Ce même phénomène avait sollicité, au rapport de Sosigène, l'attention d'Aristote ; il avait même amené le Stagirite à douter du principe sur lequel repose le système des sphères homocentriques. De ces doutes, malheureusement, nous ne savons rien de plus. Aristote les exprimait, nous dit Sosigène, dans ses Φυσικὰ προβλήματα ; ce traité nous est inconnu ; l'ouvrage, intitulé Προβλήματα, que l'on attribue, sans doute à tort, au Stagirite, ne renferme rien qui justifie l'allégation de Sosigène.

Enfin, Autolycus de Pitane avait, le premier, tenté d'édifier une théorie qui rendît compte de ces apparences ; il n'y était d'ailleurs pas parvenu, comme le prouve la controverse qu'il eut à ce sujet avec un certain Aristothère. Celui-ci nous demeure entièrement inconnu ; tout ce que nous savons de lui se réduit à la mention que Sosigène en fait au passage qui vient d'être rapporté.

Autolycus n'est pas aussi complètement ignoré que son contradicteur.

Suivant Diogène de Laërte, Autolycus, mathématicien grec, né à Pitane en Éolide, sur la côte d'Asie mineure, eut pour disciple le philosophe Arcésilaüs de Pitane qui entra ensuite dans l'école de Théophraste, ouverte à Athènes vers 322 av. J.-C. Autolycus fut donc, sans doute, un contemporain de Théophraste, peut-être un peu plus âgé que ce dernier ; comme Théophraste, il prend place, dans le temps, entre Aristote et Euclide.

Nous possédons, sous le nom d'Autolycus, deux écrits [1] relatifs

1. Autolyci *De sphæra quæ movetur liber ; De ortibus et occasibus libri duo...* Edidit Fridericus Hultsch ; Lipsiæ, 1885.

à la Géométrie et à la Cosmographie. L'un de ces ouvrages, consacré à l'étude cinématique du mouvement de rotation uniforme, est intitulé : *De la sphère en mouvement*, Περὶ κινουμένης σφαίρας. L'autre écrit est formé de deux livres ; il a pour titre : *Des levers et des couchers des astres*, Περὶ ἐπιτολῶν καὶ δύσεων. Malheureusement, ni l'un ni l'autre de ces deux traités ne contient la moindre allusion à l'essai de théorie dont Sosigène a fait mention.

Nous n'avons donc aucun moyen de contrôler les dire de Sosigène ; mais, d'autre part, nous avons toute raison de les croire empruntés à Eudème et, partant bien informés ; partant, il est avéré qu'à la fin de la vie d'Aristote, au temps du règne d'Alexandre, on connaissait les variations qu'éprouvent les diamètres apparents de divers astres errants ; on savait qu'en son mouvement, chacun de ces astres ne demeure pas à une distance invariable de la Terre ; on en avait conclu que l'hypothèse des sphères homocentriques était condamnée et qu'il fallait recourir à d'autres hypothèses pour sauver les apparences.

II

HÉRACLIDE DU PONT ET LA ROTATION DE LA TERRE

Or, à l'époque même d'Eudoxe et d'Aristote, un novateur audacieux, rejetant la doctrine des sphères homocentriques, proposait des hypothèses astronomiques nouvelles, et ces hypothèses dessinaient la première esquisse du système de Copernic.

Ce novateur était Héraclide du Pont. Né à Héraclée du Pont, Héraclide [1] vint dès sa jeunesse à Athènes pour se livrer à l'étude de la Philosophie ; il eut commerce avec Platon et devint un de ses disciples les plus illustres ; selon Diogène de Laërte, il suivit également les leçons d'Aristote et celles qu'à l'Académie, donnait Speusippe, successeur de Platon.

Dans ses nombreux écrits, qui sont tous perdus, il aimait à soutenir les opinions les plus nouvelles et les moins répandues ; aussi les Grecs lui avaient-ils donné le surnom de *Paradoxologue* ; en ce qui concerne les choses de l'Astronomie, le Paradoxologue, nous l'allons voir, fut bien servi par son audace.

1. Deswert, *Dissertatio de Heraclide Pontico ;* Lovanii, 1830. Th. H. Martin, *Mémoires sur l'histoire des hypothèses astronomiques chez les Grecs et les Romains*, ch. V, § 3 (*Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, t. XXX, 2e partie, 1881).

Et d'abord, Héraclide doit être rangé, sans contestation possible, au nombre de ceux qui expliquaient le mouvement diurne en maintenant immobile le ciel des étoiles fixes et en attribuant à la Terre, autour de l'axe du Monde, une rotation uniforme d'occident en orient. Les textes abondent, qui mettent cette opinion au compte du Paradoxologue.

Nous avons déjà vu, au Chapitre I [1], que le Pseudo-Plutarque auquel est attribué le *De placitis philosophorum*, qu'Eusèbe, en sa *Préparation évangélique*, associaient le nom d'Héraclide du Pont à celui d'Ecphantus le Pythagoricien ; ils attribuaient à ces deux auteurs l'hypothèse qui, par la rotation de la Terre, explique le mouvement diurne des étoiles.

D'autres témoignages, plus autorisés, se joignent à ceux que nous venons de rappeler.

Voici d'abord le témoignage de Proclus : « Héraclide du Pont », dit Proclus en son *Commentaire au Timée de Platon* [2], « professe l'opinion que la Terre se meut d'un mouvement circulaire ; Platon, au contraire, la suppose immobile. »

Simplicius, et un scholiaste anonyme d'Aristote qui puise aux mêmes sources que Simplicius, produisent (et Simplicius le fait à deux reprises) la même affirmation que Proclus ; « Héraclide du Pont », disent-ils [3], « pensait qu'on peut sauver les apparences (σώζειν τὰ φαινόμενα) en maintenant le Ciel fixe et en donnant à la Terre, placée au centre [du Monde], un mouvement de rotation ».

Ailleurs, Simplicius s'exprime d'une manière plus explicite [4] ; il fait allusion aux auteurs, « tels qu'Héraclide du Pont et Aristarque, qui croient possible de sauver les apparences en maintenant immobiles le Ciel et les astres et en faisant tourner la Terre d'occident en orient autour des pôles de l'équateur, et cela de telle manière qu'elle fasse chaque jour *à peu près* un tour (κινουμένης ἑκάστης ἡμέρας μίαν ἔγγιστα περιστροφήν). Ils ajoutent le mot *à peu près* (ἔγγιστα) », poursuit Simplicius, « en raison du mouvement propre du Soleil, qui est d'un degré par jour ». Ainsi Héraclide, et Aristarque après lui, avaient reconnu la nécessité de distinguer le

1. *Vide supra*, ch. I, § IV, pp. 24-25.
2. Procli Diadochi *In Platonis Timaeum Commentaria*. Edidit Ernestus Diehl. Vol III, Lipsiæ, MCMVI, p. 138.
3. Simplicii *In Aristotelis libros de Cœlo commentarii* ; in lib. II cap. XIII ; éd. Karsten, p. 232, col. a ; éd. Heiberg, p 519. — In lib II cap. XIV ; éd. Karsten, p. 242, col. a ; éd. Heiberg, p. 541. — *Scholia in Aristotelem*. Collegit C. A. Brandis, Berolini, 1836, p. 505, col. b.
4. Simplicii *Op laud.* ; in lib. II cap. VII ; éd. Karsten, p. 200, col. b ; éd. Heiberg, p. 444.

jour sidéral du jour solaire, et d'attribuer la première de ces deux durées à la rotation de la Terre.

Ptolémée, en rapportant l'opinion de ceux qui croient au mouvement de la Terre, ne cite le nom d'aucun d'entre eux ; mais il formule [1] cette opinion en des termes identiques à ceux que nous venons de lire dans Simplicius ; le mot ἔγγιστα ne fait pas défaut à l'énoncé qu'il reproduit. Héraclide est assurément parmi ceux que vise l'auteur de la *Syntaxe*.

III

HÉRACLIDE DU PONT ET LES MOUVEMENTS DE VÉNUS ET DE MERCURE

En admettant la rotation de la Terre sur elle-même qu'admettaient aussi certains pythagoriciens de son temps, disciples d'Ecphantus, Héraclide n'avait rien innové ; il n'avait, non plus, sauvé aucune apparence céleste que l'on ne pût tout aussi bien sauver en laissant la Terre immobile et en attribuant aux cieux le mouvement diurne.

Il semble s'être montré plus original inventeur par ce qu'il a imaginé touchant le mouvement de la planète Vénus.

Les variations d'éclat que cette planète éprouve d'une époque à une autre montrent clairement qu'elle ne demeure pas toujours à la même distance de la Terre ; cette conclusion, Sosigène nous l'a appris, s'imposait déjà à Eudoxe, à Polémarque de Cyzique, à Aristote, c'est-à-dire aux contemporains mêmes d'Héraclide ; celui-ci ne pouvait pas en méconnaître l'exactitude.

D'autre part, la marche étrange de cette planète, et la marche analogue de Mercure, avaient vivement sollicité et fortement retenu l'attention de Platon ; ce philosophe avait, à plusieurs reprises, signalé ce fait que Vénus tantôt dépasse le Soleil, tantôt se laisse dépasser par lui, tout en gardant une vitesse moyenne exactement égale à celle du Soleil.

Héraclide découvrit le moyen de sauver ces apparences par un artifice aussi simple qu'ingénieux. Tandis que le Soleil S (fig. 3) décrit chaque année, d'Occident en Orient, un cercle dont la Terre T est le centre, imaginons que Vénus, tout en prenant part

1. Claude Ptolémée, *Composition mathématique*, livre I, ch. VI; trad. Halma, t. I, p. 19; Paris, 1813 ; Claudii Ptolemæi *Opera quæ exstant omnia*. Volumen I. *Syntaxis mathematica*. Edidit J. L. Heiberg. Pars I. Lipsiæ, MCCCCLXXXXVIII. Α', ζ', p. 24.

à ce mouvement, décrive, dans le même sens, un cercle AVBV′ plus petit, dont le Soleil soit le centre ; supposons, en outre, que ce cercle soit décrit en un temps égal à la durée de révolution synodique de Vénus, si bien connue d'Eudoxe. Tous les phénomènes que Vénus nous présente seront ainsi expliqués.

Du point T, menons deux tangentes, TA, TB, au cercle décrit par Vénus ; il est clair que nous ne verrons jamais Vénus s'écarter du Soleil, vers l'Orient, d'un angle supérieur à ATS ni, vers l'Occident, d'un angle supérieur à STB.

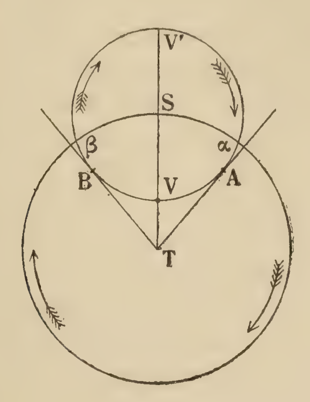


Fig. 3.

Lorsque Vénus décrira l'arc AVB de son cercle, la vitesse de ce mouvement, projetée sur la sphère des étoiles fixes, semblera dirigée d'orient en occident, en sens contraire de la vitesse propre du Soleil ; la projection de Vénus sur la sphère des étoiles fixes semblera se mouvoir, sur le zodiaque, d'occident en orient, avec une vitesse égale à la différence des deux vitesses dont nous venons de parler ; elle semblera marcher moins vite que le Soleil ; elle sera rejointe par la projection de cet astre au moment où la planète parviendra au point V de son cercle, puis elle sera dépassée par cette projection.

Au contraire, tandis que la planète Vénus décrit, sur son cercle, l'arc BV′A, sa projection semble marcher, sur l'écliptique, de l'occident vers l'orient, plus vite que la projection du Soleil ; elle rejoint celle-ci lorsque la planète parvient au point V′ de son cercle, puis elle la dépasse.

Ainsi se trouvent sauvées, au moins d'une manière qualitative, les apparences, déjà bien connues de Platon, que présente la marche de Vénus comparée à celle du Soleil.

Les changements de grandeur apparente de Vénus sont également sauvés. Vénus est plus loin de la Terre que n'est le Soleil tandis qu'elle décrit sur son cercle l'arc $\beta V' \alpha$; elle est plus voisine de nous que le Soleil tandis qu'elle parcourt l'arc $\alpha V \beta$.

Platon et Aristote plaçaient Mercure et Vénus au-dessus du Soleil ; Pythagore les mettait, dit-on, au-dessous de cet astre, et cette opinion sera reprise par Hipparque et par Ptolémée ; selon l'hypothèse d'Héraclide, chacune de ces deux opinions contient une part de vérité et une part d'erreur.

Qu'Héraclide le Paradoxologue ait proposé une telle hypothèse afin de sauver les apparences si remarquables que Vénus nous présente, c'est ce que nous apprend Chalcidius [1].

Chalcidius suppose que les divers astres errants décrivent des épicycles dont les centres parcourent des cercles déférents concentriques au Monde ; puis il ajoute : « Héraclide du Pont, en attribuant un cercle épicycle à Lucifer (Vénus) et un autre au Soleil, et en donnant à ces deux cercles épicycles un même centre, a démontré que Lucifer devait se trouver tantôt au-dessus du Soleil et tantôt au-dessous ». Le commentateur du *Timée* montre, en outre, que si l'on mène du centre de la Terre deux tangentes à l'épicycle de Vénus, l'angle de ces deux tangentes détermine l'amplitude de l'oscillation que cette planète semble effectuer de part et d'autre du Soleil.

« Il est possible, écrit Th. H. Martin [2], que cet écrivain latin [Chalcidius] ait pris lui-même ce passage dans l'ouvrage d'Héraclide *Sur la Nature* ou dans quelque autre de ses ouvrages, et qu'il l'ait traduit ou résumé. Mais il est possible aussi que Chalcidius, attentif à dissimuler ses fréquents plagiats, ait trouvé le résumé tout fait chez quelque auteur grec et qu'il n'ait eu que la peine de le traduire. » Dans son édition de l'*Astronomie* de Théon de Smyrne, Th. H. Martin a même indiqué [3], en l'appuyant d'arguments de poids, l'opinion qui ferait d'Adraste d'Aphrodisias ou de Théon de Smyrne le véritable auteur du passage emprunté par Chalcidius.

Un des arguments invoqués par Th. H. Martin mérite de rete-

1. THEONIS SMYRNÆI PLATONICI *Liber de Astronomia... accedit etiam* CHALCIDII *locus ex Adrasto vel Theone expressus* ; Edidit Th. H. Martin, Parisiis, 1849, pp. 419-428. — CHALCIDII *Commentarius in Timæum Platonis*, CIX, CX, CXI (*Fragmenta philosophorum græcorum* collegit F. A. G. Mullachius, vol. II, pp. 206-207. Parisiis, Ambrosius Firmin-Didot, 1867).

2. TH. H MARTIN, *Mémoires sur l'histoire des hypothèses astronomiques chez les Grecs et les Romains*. Première partie, ch. V, § 4 (*Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, t. XXX, 2e partie, 1881).

3. THEONIS SMYRNÆI *Liber de Astronomia*, éd. Th. H. Martin, pp. 419-420.

nir un instant notre attention. Chalcidius fait mouvoir le Soleil et les Planètes sur des épicycles, et il attribue cette opinion à Platon. Cette dernière affirmation est erronée, comme nous le verrons au Chapitre suivant ; jamais Platon n'a usé d'épicycles pour représenter le mouvement des astres errants. Mais Adraste et Théon avaient, eux aussi, admis que Platon usait de cette hypothèse.

Or, de même que Chalcidius se trompe en attribuant à Platon l'usage des épicycles, de même est-il permis de penser qu'il se trompe lorsqu'il nous dit qu'Héraclide du Pont faisait mouvoir le Soleil sur un épicycle dont le centre décrivait un cercle concentrique à la Terre ; la seconde erreur apparaît comme la conséquence naturelle de la première ; par elle, Chalcidius attribue à Héraclide une théorie du mouvement de Vénus et du Soleil qui est, en réalité, celle qu'ont professée Adraste d'Aphrodisias et Théon de Smyrne.

Il est probable qu'Héraclide s'est borné à imaginer la théorie plus simple que nous avons exposée ; Vénus, en décrivant son épicycle, ne tournait pas autour d'un centre géométrique, d'un point purement fictif, mais autour de la masse même du Soleil.

Héraclide étendait-il à Mercure la théorie qu'il avait proposée pour sauver le mouvement apparent de Vénus ? Chalcidius ne nous le dit pas, sans doute parce que cela allait de soi. L'analogie est frappante entre le mouvement de Mercure et celui de Vénus. Dans ses dialogues, et particulièrement au *Timée*, Platon ne sépare jamais ces deux planètes l'une de l'autre lorsqu'il raisonne sur les mouvements des astres errants. Au moment où il expose les vues d'Héraclide touchant le mouvement de Lucifer, Chalcidius vient d'analyser les opinions que Platon et ses commentateurs ont professées touchant Vénus et Mercure. Il lui suffisait, évidemment, de montrer comment le Paradoxologue sauvait les apparences présentées par le premier de ces astres pour que le lecteur en conclût aussitôt la possibilité de sauver d'une manière semblable les apparences offertes par le second.

D'ailleurs, Adraste d'Aphrodisie, Théon de Smyrne et tous les auteurs qui, sans citer Héraclide du Pont, ont adhéré aux mêmes hypothèses que Chalcidius, ont toujours appliqué à la fois cet hypothèses à Vénus et à Mercure. Assurément, Héraclide avait fait de même.

Héraclide ou tel de ses disciples avait-il étendu des hypothèses semblables aux autres planètes ? Tout en faisant circuler le Soleil autour de la Terre, avait-il fait circuler Mars, Jupiter et Saturne sur des cercles dont le Soleil fût le centre, et dont le rayon fût

assez grand pour qu'ils pussent embrasser la Terre? Paul Tannery [1] et G. Schiaparelli [2] pensent qu'avant de produire le système des excentriques et des épicycles sous la forme où il nous est connu, les astronomes grecs avaient essayé de sauver les apparences à l'aide d'une telle hypothèse, esquisse de celle que Tycho Brahé devait proposer durant la seconde moitié du XVIe siècle. Les inductions de ces deux savants historiens sont menées avec une extrême sagacité ; mais aucun texte formel ne les autorise ; nous ne les exposerons pas ici, car nous aurons occasion de les retrouver au prochain chapitre.

Réduite aux seules planètes de Mercure et de Vénus, la théorie d'Héraclide du Pont a trouvé de nombreux partisans ; elle en a trouvé chez les Grecs avant Ptolémée et chez les Latins après Ptolémée ; elle en a trouvé au Moyen-Age, chez les Scolastiques latins qui s'instruisaient auprès des Platoniciens, de Chalcidius, de Macrobe, de Martianus Cappella, au temps où Ptolémée et Aristote étaient encore inconnus ; au moment où nous étudierons ce Néo-platonisme chrétien, nous rappellerons quelle fut, dans l'Antiquité, la fortune de cette théorie du Paradoxologue, et nous dirons quelle fut ensuite cette fortune jusqu'au temps de Copernic.

IV

HÉRACLIDE DU PONT A-T-IL ADMIS LA CIRCULATION DE LA TERRE AUTOUR DU SOLEIL ?

Par son hypothèse relative aux mouvements de Vénus et de Mercure, Héraclide a droit au titre de précurseur de Tycho Brahé. Faut-il aussi lui attribuer le titre de précurseur de Copernic ? La réponse qu'il convient de faire à cette question dépend de l'interprétation qu'on donne à un passage des *Commentaires à la Physique d'Aristote* composés par Simplicius. Malheureusement, le texte de ce passage n'est pas entièrement assuré, et les inter-

1. Paul Tannery, *Recherches sur l'histoire de l'Astronomie ancienne*, ch. VI, § 7 et ch. XIV, §§ 14-17 (*Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 4e série, t. I, 1893, p. 7 et pp. 256-260).

2. G. Schiaparelli, *Origine del sistema planetario eliocentrico presso i Greci*, §§ I-III [*Memorie del R. Instituto Lombardo di Scienze e Lettere. Classe di Scienze matematiche e naturali*, vol. XVIII (serie III, vol. IX) ; 1898, pp. 63-72].

prétations qu'en ont proposées les érudits ne s'accordent nullement entre elles.

Occupons-nous d'abord du texte.

Commentant le second chapitre du second livre des *Physiques* d'Aristote, Simplicius expose quels sont, selon lui, les rôles respectifs de l'astronome et du physicien ; à l'appui de cette doctrine, il invoque une autorité[1] ; cette autorité lui est fournie par un certain passage de l'*Abrégé* des Μετεωρολογικά du stoïcien Posidonius, abrégé composé par un contemporain de Cicéron, le philosophe grec Géminus ; Simplicius, d'ailleurs, ne tire pas directement cette citation à l'Ἐπιτομὴ τῶν Ποσειδωνίου Μετεωρολογικῶν ; elle lui est donnée, il nous en avertit, par Alexandre Philopon (d'Aphrodisias).

Géminus donc, ou mieux Posidonius, voulant montrer par un exemple comment l'astronome peut imaginer des hypothèses propres à sauver les apparences, écrit la phrase suivante :

« Διὸ καὶ περελθών τίς φησιν Ἡρακλείδης ὁ Ποντικός, [ἔλεγεν] ὅτι καὶ κινουμένης πως τῆς γῆς, τοῦ δὲ ἡλίου μένοντός πως, δύναται ἡ περὶ τὸν ἥλιον φαινομένη ἀνωμαλία σῴζεσθαι. »

Le texte de ce passage, avons-nous dit, n'est pas fixé sans ambiguïté ; les divergences portent sur le mot ἔλεγεν que nous avons placé entre crochets ; ce mot se trouve dans la célèbre édition Aldine, donnée à Venise en 1526 ; après examen minutieux des manuscrits, Hermann Diels a estimé que les meilleurs d'entre eux ne portaient pas ce mot, et il l'a biffé dans l'édition qu'il a donnée, en 1882, sous les auspices de l'Académie de Berlin.

Admettons d'abord qu'il faille conserver le mot ἔλεγεν. Les premiers mots de notre texte devront se traduire ainsi :

« C'est pourquoi, dit Héraclide du Pont, quelqu'un, s'étant présenté, disait que..... »

La meilleure interprétation que l'on puisse donner d'une telle phrase paraît être celle qu'a proposée Th. H. Martin[2]. Héraclide avait, comme son maître Platon, écrit des dialogues ; Diogène de Laërte nous l'affirme. La phrase citée par Posidonius serait

1. SIMPLICII *Commentarii in octo Aristotelis physicæ auscultationis libros cum ipso* ARISTOTELIS *textu*. In fine : Venetiis in Aedibus Aldi, et Andreæ Asulani Soceri Mensæ (sic) Octobri MDXXVI ; foll. 64 v. et 65 r. — SIMPLICII *In Aristotelis physicorum libros quatuor priores commentaria*. Edidit Hermannus Diels, Berolini, 1882, pp. 291-292.

2. TH. H. MARTIN, *Mémoires sur l'histoire des hypothèses astronomiques chez les Grecs et chez les Romains*. Première partie, Ch. V, § 4 : Autres hypothèses d'Héraclide, préparant les progrès ultérieurs des systèmes astronomiques (*Mémoires de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres*, t. XXX, 2e partie, 1881).

extraite d'un tel dialogue ; celui-ci était, peut-être, en entier sous forme de récit, comme la *République* ; ou bien, comme dans le *Phédon* ou le *Protagoras*, un des personnages racontait à ses interlocuteurs une conversation à laquelle il avait assisté. Ce quelqu'un, τίς, qui s'était présenté pour parler, ce qui est le sens propre du mot παρελθών, ce personnage auquel Héraclide ne donnait pas de nom, était sans doute, dans le dialogue, le porte-parole d'Héraclide lui-même, chargé d'exposer les opinions du Paradoxologue.

Si, avec Hermann Diels, nous biffons le mot ἔλεγεν, la traduction change et le commentaire qu'elle avait suggéré disparaît. Il nous faut, en effet, traduire ainsi le début de notre texte :

« C'est pourquoi un certain Héraclide du Pont, s'étant présenté, dit que..... »

L'étude des manuscrits paraît imposer cette leçon ; et cependant, selon la remarque de G. Schiaparelli[1], elle paraît bien invraisemblable. Comment admettre que Posidonius, que Géminus, qu'Alexandre d'Aphrodisias, ayant à parler d'un philosophe aussi célèbre qu'Héraclide, l'appellent : *un certain* (τίς) Héraclide du Pont ?

Paul Tannery[2], à son tour, a proposé une interprétation nouvelle et fort ingénieuse du passage en litige.

Selon cette interprétation, le texte primitif de Posidonius était seulement celui-ci : « Διὸ καὶ παρελθών τίς φησιν ὅτι..... ». Les mots : Ἡρακλείδης ὁ Ποντικός n'y figuraient pas. Ces mots auraient été ajoutés, en marge d'un manuscrit, par un lecteur désireux de désigner plus clairement l'auteur que Posidonius avait appelé simplement : *quelqu'un*, τίς. Puis, comme il est arrivé en tant de circonstances, un copiste aurait fait passer cette glose de la marge dans le texte, où elle est demeurée depuis ce temps.

S'il en est ainsi, ce n'est plus, comme Paul Tannery en fait la remarque, Posidonius qui nous renseigne au sujet des hypothèses astronomiques d'Héraclide du Pont ; c'est un scholiaste anonyme. Si donc, avec G. Schiaparelli, on fait d'Héraclide un précurseur de Copernic, ce ne sera pas en vertu de la grave autorité de Posidonius, mais sur la foi de cet annotateur.

Or ce scholiaste était-il bien informé des choses de l'Astrono-

1. G. SCHIAPARELLI, *Origine del sistema planetario eliocentrico presso i Greci*, VI, 40 [*Memorie del R. Instituto Lombardo di Scienze e Lettere ;* classe di Scienze matematiche e naturali ; vol. XVIII (serie III, vol. IX), 1898, pp. 87 88].

2. PAUL TANNERY, *Sur Héraclide du Pont* (*Revue des Études grecques*, t. XII, 1899, p. 305).

mie ? Nous l'ignorons et rien ne nous empêche de le nier. Nous pourrons, dès lors, admettre, avec sir Thomas Heath [1], que, par le mot τίς, Posidonius voulait désigner Aristarque de Samos ; que l'annotateur, sachant par ailleurs qu'Héraclide faisait tourner la Terre sur elle-même, avait confondu cette supposition avec l'hypothèse du mouvement de la Terre autour du Soleil ; qu'il avait alors mis en marge, en face du mot τίς, le nom d'Héraclide, dérobant ainsi à Aristarque la priorité de la théorie héliocentrique.

Par ces suppositions, fait-on disparaître toutes les difficultés ? Il en reste une. G. Schiaparelli se scandalisait que Posidonius eût accolé au nom d'Héraclide du Pont le terme, assez dédaigneux, τίς, un certain. N'est-il pas bien plus étonnant qu'il se soit contenté de ce petit mot pour désigner, sans le nommer, Aristarque de Samos, illustre non seulement par les propos d'Archimède, mais aussi par son traité *Des grandeurs et des distances du Soleil et de la Lune* ?

Essayerons-nous de résoudre ces difficultés ? Nous ne voyons aucun moyen de le faire avec quelque certitude. Nous nous contenterons donc d'attribuer à Héraclide du Pont, *jusqu'à plus ample informé*, l'hypothèse mentionnée par notre texte.

Comment ce texte précise-t-il cette hypothèse ? Traduisons-le :

Héraclide du Pont dit : « Que la Terre étant mue d'une certaine manière (πῶς) et le Soleil demeurant immobile d'une certaine manière (πῶς), il est possible de sauver l'anomalie qui apparaît autour du Soleil (περὶ τὸν ἥλιον) ».

Comment doit-on interpréter cette phrase ?

Trois explications distinctes s'offrent à nous, celle de Bœckh, celle de Th. H. Martin, celle de M. G. Schiaparelli.

Selon Bœckh [2], le mouvement de la Terre dont il est ici question, c'est la rotation diurne de la Terre, d'Occident en Orient, autour de l'axe du Monde ; nous savons en effet, par ailleurs qu'Héraclide admettait une telle rotation. Le Soleil est en repos *d'une certaine manière*, c'est-à-dire qu'il n'est plus animé du mouvement diurne ; il est seulement mû de son mouvement propre annuel.

Mais une telle hypothèse ne sauve aucune des *anomalies*, aucune des irrégularités de vitesse que l'on constate en observant le cours des planètes. Bœckh semble croire qu'Héraclide a seulement voulu dire qu'un tel mouvement de la Terre, qu'un tel repos partiel du Soleil, ne rendaient pas impossible l'explication d'une telle ano-

1. Sir Thomas Heath. *Aristarchus of Samos*, p. 282.
2. A. Bœckh, *Das kosmologische System des Plato*, pp. 133-141.

malie, sans prétendre d'ailleurs fournir cette explication. On s'étonnerait que le Paradoxologue eût éprouvé le besoin de formuler une proposition d'une si banale évidence ; on s'étonnerait encore plus que Posidonius y eût pu voir un exemple caractéristique de la liberté laissée à l'astronome dans l'invention des hypothèses propres à sauver les apparences.

Passons à l'explication proposée par Th. H. Martin [1].

Selon Martin, l'anomalie qu'Héraclide se propose de sauver, c'est, comme Bergk l'avait déjà pensé [2], la marche non uniforme du Soleil sur l'écliptique, d'où résulte l'inégalité des saisons ; pour cela, il ne prive pas le Soleil de tout mouvement, mais il le maintient en repos *d'une certaine manière*, c'est-à-dire qu'il lui laisse un seul mouvement uniforme, d'Occident en Orient, sur l'écliptique ; le mouvement diurne étant déjà sauvé par la rotation diurne attribuée à la Terre, l'anomalie de la marche du Soleil sera sauvée, à son tour, par un autre petit mouvement attribué à la Terre ; quel était, d'ailleurs, cet autre petit mouvement, rien ne nous permet de le conjecturer.

Cette explication se heurte à de fort graves objections que G. Schiaparelli a longuement développées [3]. Elle semble s'égarer bien loin du texte qu'elle se propose de pénétrer. Il est difficile de penser qu'Héraclide, en disant que le Soleil demeure immobile d'une certaine manière et que la Terre se meut d'une certaine manière, veuille exprimer que le Soleil décrit un très grand cercle et la Terre une très petite orbite.

D'autre part, au point de vue de la Géométrie, on voit aisément qu'au mouvement uniforme et annuel du Soleil sur l'écliptique, on ne peut associer aucune circulation uniforme de la Terre autour du centre du Monde de telle manière que l'anomalie qui en résulte admette l'année pour période irréductible.

Remarquons, d'ailleurs, que le sens attribué par Bergk et par Martin aux mots ἡ περὶ τὸν ἥλιον φαινομένη ἀνωμαλία semble pécher contre les règles de la grammaire grecque ; pour qu'on pût traduire *l'anomalie relative au Soleil*, il faudrait qu'il y eût ἡ περὶ τοῦ ἡλίου φαινομένη ἀνωμαλία ; περὶ gouverne le génitif lorsqu'il signifie : *au sujet de*, *relatif à* ; avec l'accusatif, il a toujours le sens de : *autour*.

L'irrégularité qu'il s'agit de sauver est donc quelque chose qui

1. Th. H. Martin, *Op. laud.*, *loc. cit.*
2. Bergk, *Fünf Abhandlungen zur Geschichte der griechischen Philosophie und Astronomie*, Leipzig, 1883, p. 151.
3. G. Schiaparelli, *Op. laud.*, VI, 42-45 ; *loc. cit.*, pp. 89-91.

se produit *autour* du Soleil ; il est très vraisemblable que cette irrégularité, cette περὶ τὸν ἥλιον ἀνωμαλία qui préoccupait Héraclide est identique[1] à celle qu'Hipparque et Ptolémée appellent tantôt[2] ἡ πρὸς τὸν ἥλιον ἀνωμαλία, tantôt[3] ἡ παρὰ τον ἥλιον ἀνωμαλία ; et celle-ci est la grande inégalité du mouvement apparent des planètes, celle qui produit les stations et les rétrogradations, celle qu'au temps d'Héraclide, Eudoxe et Calippe s'efforçaient de sauver par des combinaisons de sphères homocentriques.

Cette interprétation de G. Schiaparelli est donc favorisée non seulement par la grammaire, mais encore par l'histoire, puisqu'elle nous montre Héraclide attentif aux phénomènes mêmes qui sollicitaient les efforts des astronomes de son temps.

Qu'Héraclide, d'ailleurs, se soit préoccupé de sauver la grande irrégularité apparente de Vénus, et sans doute aussi celle de Mercure, Chalcidius nous l'a appris, et il nous a enseigné, en même temps, comment le Paradoxologue y parvenait. Le génial artifice de ce philosophe consistait, nous l'avons vu, à prendre le Soleil, et non pas la Terre, pour centre du mouvement de ces deux planètes.

G. Schiaparelli, nous l'avons dit au précédent paragraphe, n'hésite pas à admettre qu'Héraclide avait étendu une semblable hypothèse aux trois autres planètes, à Mars, à Jupiter, à Saturne ; les variations d'éclat que Mars présente sont extrêmement grandes[4] ; au rapport d'Eudème et de Sosigène, les contemporains d'Héraclide avaient été frappés de ces variations et les rapprochaient des changements analogues que présente la lumière de Vénus ; le Paradoxologue devait être naturellement conduit[5] à répéter de Mars ce qu'il avait dit de Vénus, à placer dans le Soleil le centre de la circulation de cette planète-là comme de celle-ci ; mais, à la différence de Vénus, Mars peut s'écarter du Soleil à toute distance angulaire concevable, ce qui exige que son cercle, ayant le Soleil pour centre, embrasse la Terre.

Cette hypothèse une fois admise pour Mars, il était pour ainsi dire forcé qu'elle fût étendue à Jupiter et à Saturne.

Ces considérations, les unes appuyées de textes formels, les autres dirigées par de très plausibles inductions nous donnent un

1. G. Schiaparelli, *Op. laud.*, VI, 46 ; *loc. cit.*, p. 92.
2. *Composition mathématique de* Claude Ptolémée, livre IX, ch. II et livre X, ch. VI (Trad. Halma, vol. II, p. 117, p. 118 et p. 211 ; éd. Heiberg, pars II, p. 209, p. 211 et p. 317.)
3. *Composition mathématique de* Claude Ptolémée, livre XII, ch. I (Trad. Halma, vol. II, p. 312 et p. 313 ; éd. Heiberg, pars II, p. 450 et p. 451).
4. Cet éclat varie dans le rapport de 1 à 24.
5. G. Schiaparelli, *Op. laud.*, II ; *loc. cit.*, pp. 66-68.

commentaire très satisfaisant de ces mots : ὅτι..... δύναται ἡ περὶ τὸν ἥλιον φαινομένη ἀνωμαλία σώζεσθαι. Mais elles ne nous présentent rien qui serve à éclaircir le sens de ces autres mots : κινουμένης πως τῆς γῆς, τοῦ δὲ ἡλίου μένοντός πως. Pour sauver de la sorte les grandes inégalités planétaires, il n'est aucunement besoin de mouvoir la Terre ni d'ôter aucun mouvement au Soleil ; on peut, en même temps que ces hypothèses, garder la supposition du repos terrestre et tracer ainsi une sorte de première esquisse du système de Tycho Brahé.

Voyons donc comment G. Schiaparelli interprète celle des paroles d'Héraclide qui n'ont pas encore été expliquées.

Il admet [1], tout d'abord, que l'adverbe πῶς, mis après les mots τοῦ δὲ ἡλίου μένοντος, est une pure redondance et doit être négligé ; le Soleil, pour Héraclide, n'est pas en repos *d'une certaine façon* ; il est purement et simplement immobile. La Terre est alors en mouvement *d'une certaine manière* ; et cette manière nous est sûrement connue si nous admettons qu'Héraclide néglige, comme Eudoxe, comme Polémarque de Cyzique, l'inégalité des saisons et les variations du diamètre apparent du Soleil ; le mouvement de la Terre est, en sus de la rotation diurne, une marche uniforme sur un cercle dont le Soleil est le centre.

Tel serait donc, selon G. Schiaparelli [2], le système auquel Héraclide faisait allusion dans le fragment cité par Posidonius :

Le Soleil est immobile au centre du Monde ; la Terre et les cinq planètes tournent autour du Soleil ; les cercles décrits par Mercure et par Vénus sont plus petits que le cercle décrit par la Terre ; au contraire, les orbites de Mars, de Jupiter et de Saturne embrassent l'orbite terrestre ; le ciel des étoiles fixes est immobile et la rotation de la Terre produit l'apparence du mouvement diurne ; aucun texte ne nous suggère le mouvement qu'Héraclide attribuait à la Lune, mais il ne semble pas qu'il pût faire autrement que de la laisser tourner autour de la Terre. La construction héliocentrique du Paradoxologue nous présente ainsi une première ébauche du système de Copernic.

Cette interprétation du savant astronome italien est, il faut le reconnaître, des plus séduisantes ; sans doute, les suppositions y sont nombreuses, mais elles comblent de la manière la plus heureuse les lacunes qui séparent les textes, trop rares, où les hypothèses d'Héraclide se trouvent mentionnées. Un point demeure obscur, cependant, et pourrait inquiéter l'esprit prêt à adhérer à

1. G. Schiaparelli, *Op. laud.*, VI, 44 ; *loc. cit.*, p. 90.
2. G. Schiaparelli, *Op. laud.*, VI, 45-49 ; *loc. cit.*, pp. 91-93.

cette interprétation. Le texte de Posidonius donne les hypothèses du repos du Soleil et du mouvement de la Terre comme destinées à sauver les anomalies apparentes des planètes. Or, le système combiné par Héraclide pour sauver l'anomalie de Vénus et, vraisemblablement, les anomalies des autres astres errants, ne suppose ni ce repos ni ce mouvement ; il est compatible avec l'immobilité absolue de la Terre. Pour expliquer les rapprochements que fait la phrase d'Héraclide rapportée par Posidonius, il faut bien admettre, cependant, que le Paradoxologue établissait un certain lien entre le procédé qui lui servait à sauver l'anomalie planétaire et les hypothèses du mouvement de la Terre et du repos du Soleil.

On peut, croyons-nous, deviner sans peine quel était ce lien et, qui plus est, prouver que le philosophe du Pont en reconnaissait la solidité.

Pour sauver les anomalies apparentes, Héraclide avait fait circuler les cinq planètes autour du Soleil ; il était, alors, tout naturellement conduit à attribuer le même mouvement à la Terre, car il regardait la Terre comme une planète.

L'assimilation de la Terre à une planète était, au temps d'Héraclide, une des opinions soutenues par les Pythagoriciens de la Grande Grèce, par ceux qui, à la suite de Philolaüs, faisaient tourner la Terre autour du foyer central ; lorsqu'il expose leur doctrine aussi bien que lorsqu'il la réfute, Aristote les désigne [1] comme ceux « qui font, de la Terre, un des astres ». Héraclide pouvait donc, sans se singulariser, mettre la Terre au nombre des astres errants.

Stobée nous apprend [2], d'ailleurs, que le Paradoxologue partageait entièrement, à ce sujet, les convictions des philosophes d'Italie : « Héraclide et les Pythagoriciens », dit-il, « prétendent que chacun des astres forme un monde, que l'air y entoure une terre, et que le tout se trouve au sein de l'éther illimité. Les mêmes croyances sont rapportées dans les *Hymnes Orphiques*, car ils font un monde de chacun des astres ».

Cette assimilation s'étendait également à la Lune, car le même Stobée nous dit [3] : « Héraclide et Ocellus font de la Lune une terre entourée de nuages ».

Cette analogie admise par Héraclide entre la Terre, la Lune et

1. Aristote, *De Cœlo* lib. II, capp. XIII et XIV (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 403 et p. 407 ; éd. Bekker, vol. I, p. 293, col. a, et p. 296, col. a).
2. Stobée, *Eclogarum physicarum* lib. I, cap. XXIV ; éd. Meineke, p. 140.
3. Stobée, *Op. laud.*, lib. I, cap. XXVI ; éd. Meineke, p. 151.

les planètes est évidemment la raison qui, de l'explication des anomalies planétaires, l'a conduit à l'adoption d'une Cosmologie héliocentrique. Elle nous révèle, d'ailleurs, certaines influences qui ont dû le seconder en ce passage ; elle nous montre que l'astronome du Pont acceptait avec complaisance certains des dogmes pythagoriciens ; l'exemple de la doctrine astronomique de Philolaüs a pu l'aider en l'élaboration de sa propre doctrine ; celle-ci, en effet, ne diffère de celle-là que par la substitution du Soleil à cette Ἑστία longtemps hypothétique et devenue clairement inadmissible, et par la suppression de la non moins inadmissible Antiterre.

V

LE SYSTÈME HÉLIOCENTRIQUE D'ARISTARQUE DE SAMOS.

Les ingénieuses inductions de G. Schiaparelli nous ont fait retrouver, dans Héraclide le Paradoxologue, un novateur aussi audacieux qu'heureux ; au temps même d'Aristote, il posait les hypothèses essentielles du système astronomique de Copernic. L'importance saisissante d'une telle conclusion serait peut-être de nature à inspirer en quelques esprits une certaine méfiance à l'égard des raisonnements qui l'ont fournie ; elle pourrait leur faire craindre que ces raisonnements n'eussent été trop fortement sollicités par le désir de trouver, dans l'Antiquité grecque, un précurseur au grand réformateur du XVIe siècle.

Ces craintes seraient mal fondées ; qu'au temps d'Aristote, le système héliocentrique, auquel le nom de Copernic devait être plus tard attaché, ait déjà compté des partisans, cela n'a rien que de très vraisemblable. Un demi-siècle au plus après la mort d'Aristote, en effet, le même système était soutenu, les documents les plus autorisés nous l'affirment, par un astronome de grand talent ; et cet astronome a eu la gloire d'être non seulement le précurseur, mais encore l'inspirateur de Copernic, qui a connu sa tentative et s'en est autorisé. Cet astronome est Aristarque de Samos [1].

Aristarque de Samos florissait vers l'an 280 avant notre ère, après Euclide, donc, et avant Archimède. Nous savons, en effet, par ce que Diogène de Laërte écrit sur la vie de Straton de Lamp-

1. Sur Aristarque de Samos, l'ouvrage fondamental est : Sir THOMAS HEATH, *Aristarchus of Samos, the Ancient Copernicus* ; Oxford, 1913. — Voir aussi : J. THIRION, S. J., *Aristarque de Samos, à propos d'un livre récent* (*Revue des Questions Scientifiques*, juillet 1913).

saque, qu'Aristarque fut au nombre des disciples de ce philosophe. Or, c'est vers 284 que Straton succéda, à la direction du Lycée, à Théophraste, qui avait lui-même succédé à Aristote. Straton demeura à la tête du Lycée jusqu'en 266. D'autre part, Ptolémée, dans sa *Syntaxe mathématique*, rapporte [1] une observation de solstice d'été qui fut faite par Aristarque en l'année 280.

Des écrits d'Aristarque, un seul nous reste ; c'est le précieux traité *Sur la grandeur du Soleil et de la Lune* dont il sera question plus loin [2]. La forme géométrique parfaite qu'ont revêtue les raisonnements exposés dans ce traité fait, de l'auteur, un digne émule d'Euclide et d'Archimède. Du livre où Aristarque exposait le système du Monde dont nous allons parler, il ne nous reste rien, pas même le titre

En revanche, de nombreux témoignages nous indiquent d'une manière très certaine et très claire, bien que trop sommaire, quel était ce système ; parmi ces témoignages, il en est un dont la compétence et l'autorité sont d'une particulière gravité ; c'est celui d'Archimède ; commençons donc par l'analyse de ce témoignage ; aussi bien est-il le plus ancien.

Ce témoignage se trouve au curieux écrit qu'Archimède a intitulé Ψαμμίτης, titre que l'on a traduit en français par ce mot : *L'arénaire*. Voici comment débute ce traité [3]:

« Certains pensent, ô roi Gélon, que la multitude des grains de sable est infinie ; je ne parle pas seulement du sable qui se trouve au voisinage de Syracuse et dans toute la Sicile, mais de celui qui est contenu dans tous les pays tant habitables qu'inhabitables. D'autres pensent que cette multitude n'est pas infinie, mais qu'il n'est pas possible d'exprimer un nombre qui surpasse cette multitude. »

En effet, la représentation d'un nombre suffisamment grand pouvait apparaître aux Grecs comme une impossibilité ; notre numération décimale nous permet, par des combinaisons régulières effectuées au moyen de dix chiffres, de représenter des nombres aussi grands qu'il nous plaît ; la numération des Grecs ne leur offrait rien d'analogue ; le nombre des signes divers à employer croissait au delà de toute limite en même temps que la grandeur du nombre à représenter.

Archimède avait imaginé un système de numération plus compliqué que le nôtre, mais partageant l'avantage essentiel de

1. *Syntaxe mathématique de* Claude Ptolémée, livre III, ch. II (éd. Halma, vol. I, pp. 162-163 ; éd. Heiberg, pars I, pp. 206-207).
2. V. Chapitre IX, § III.
3. Archimedis *Opera omnia cum commentariis* Eutocii, iterum edidit J. L. Heiberg ; volumen II, Lipsiæ, MDCCCCXIII, pp. 216-217.

celui-ci, le pouvoir de représenter une multitude aussi grande que l'on veut par une combinaison régulière d'un nombre limité de signes. Pour donner au roi Gélon un exemple saisissant de sa méthode, le géomètre de Syracuse va lui montrer comment elle permet de figurer le nombre des grains de sable qui rempliraient la sphère du Monde.

En cette sorte de gageure, Archimède veut se montrer beau joueur et faire appel, pour évaluer le volume du Monde, au système astronomique qui attribue à ce volume la plus grande valeur ; c'est ce qui le conduit à parler des hypothèses d'Aristarque de Samos.

« Tu n'es pas sans savoir », poursuit le grand géomètre [1], « que la plupart des astronomes donnent le nom de Monde à une sphère dont le centre est le centre de la Terre et qui est décrite par une ligne droite issue de ce centre et égale à la droite menée du centre du Soleil au centre de la Terre. Mais, rejetant ces propositions que l'on trouve dans les livres composés par les astronomes, Aristarque de Samos a publié certains écrits relatifs aux hypothèses (ὑποθεσιῶν γράφας) ; des fondements posés en ces écrits (ἐκ τῶν ὑποκειμένων), il résulte que le Monde est beaucoup plus grand que celui dont nous venons de parler. Il admet, en effet, l'hypothèse que la sphère des étoiles inerrantes et le Soleil demeurent immobiles; quant à la Terre, elle se meut suivant une circonférence de cercle tracée autour du Soleil, qui se trouve au centre du cours de la Terre. La sphère des étoiles inerrantes est décrite autour du même centre que le Soleil ; il dit qu'elle est tellement grande que [le rayon de] la circonférence selon lequel, par hypothèse, la Terre circule a, à la distance des étoiles fixes, le même rapport que le centre de la sphère à la surface de cette même sphère. Il est évident que cela est impossible, car le centre d'une sphère n'a pas de grandeur ; il n'est donc pas possible d'admettre qu'il ait un rapport quelconque à la surface de cette sphère. Nous devons croire qu'Aristarque a entendu ce qui suit : Le rapport qui existe entre la Terre que nous supposons placée au centre du Monde et ce que nous appelons le Monde est égal au rapport qui existe entre la sphère sur laquelle est tracé le cercle que la Terre parcourt selon les suppositions d'Aristarque, et la sphère des étoiles fixes. Telle est l'hypothèse qu'il est conduit à faire par des démonstrations adaptées aux apparences célestes.

» Il apparaît clairement que la sphère sur laquelle il admet que

1. Archimedis *Opera*, éd. Heiberg, vol. II, pp. 218-221. Cf. Sir Thomas Heath, *Op. laud.*, p. 302.

la Terre se meut est supposée précisément égale à celle que nous appelons le Monde. »

Dans tout ce qu'il nous rapporte, le texte d'Archimède offre la précision que l'on pouvait attendre de ce grand géomètre.

Nous y voyons d'abord qu'Aristarque de Samos, en abordant le problème astronomique, se donne, de ce problème, un énoncé tout semblable à celui que Platon proposait aux mathématiciens de son temps ; il cherche à poser des hypothèses telles que la démonstration en déduise des conséquences capables de sauver les apparences.

Ces hypothèses, il les prend autrement que ne les prenaient les astronomes, c'est-à-dire, sans doute, ceux qui professaient l'astronomie des sphères homocentriques.

De ces hypothèses, Archimède nous rapporte les plus essentielles. Ce sont :

La fixité absolue de la sphère des étoiles fixes ;

La fixité absolue du Soleil dont le centre coïncide avec le centre de cette sphère ;

Le mouvement annuel de la Terre sur une circonférence de cercle ayant pour centre le centre du Soleil.

Ces trois hypothèses, Aristarque leur donne un complément d'une extrême importance ; pour qu'elles permettent de sauver les apparences, il faut que le rayon de la sphère des étoiles fixes ait, au rayon de l'orbite terrestre, un rapport immensément grand, sinon les corollaires déduits des hypothèses ne s'accorderaient plus avec les phénomènes ; l'aspect du ciel des étoiles fixes changerait selon que la Terre se trouverait en un point de sa course ou en un autre ; en langage moderne, les étoiles fixes auraient des parallaxes.

Le témoignage d'Archimède touchant le système héliocentrique d'Aristarque de Samos n'a pas besoin d'être confirmé par d'autres témoignages plus récents et moins autorisés. Si une telle confirmation eût été utile, nous l'eussions trouvée en divers passages de Plutarque qui seront cités en ce paragraphe et au suivant ; nous la trouverions également dans ce texte de Stobée [1] :

1. STOBÆI *Eclogarum physicarum* lib. I, cap. 25 ; éd. Meineke, p. 145. Le même texte est donné par le Pseudo-Plutarque *(De placitis philosophorum* lib. II, cap. 24) et par le Pseudo-Galien *(Historia philosophica*, cap. 14), mais avec des altérations qui le rendent incompréhensible ou absurde ; v. à ce sujet: G. SCHIAPARELLI, *I precursori di Copernico nell' Antichità*. Documenti giustificativi, XL [*Memorie del R. Instituto Lombardo di Scienze e Lettere*. Classe di Scienze matematiche e naturali, vol. XII (3e série, vol. III), 1873, p. 430].

« Aristarque maintient fixe le Soleil en même temps que les étoiles ; [il enseigne] que la Terre se meut tout autour du cercle solaire, et qu'elle est [diversement] ombragée suivant ses inclinaisons [différentes]. »

Nous voyons par là qu'Aristarque, dans son traité, s'attachait à montrer comme l'obliquité même de l'axe terrestre sur le plan de l'écliptique donnait, dans son système, au sujet de l'inégalité des saisons, les mêmes résultats que l'obliquité de l'écliptique sur l'équateur dans le système communément reçu.

La sphère des étoiles fixes étant déclarée immobile, Aristarque n'aurait pu sauver le mouvement apparent de ces étoiles s'il n'eût donné à la Terre, autour de l'axe qui lui est propre, une rotation diurne d'Occident en Orient. Pour affirmer qu'il a dû admettre cette hypothèse, nous n'aurions besoin d'aucun témoignage ; la Logique nous donnerait le sien, qui suffit ; nous en avons cependant plusieurs.

Nous avons entendu, au § II, Simplicius associer [1] le nom d'Aristarque à celui d'Héraclide lorsqu'il parle de l'hypothèse du mouvement diurne de la Terre.

Un scholiaste anonyme d'Aristote écrit [2] : « L'opinion d'Aristarque et de ses disciples (τῶν περὶ αὐτόν) est celle qui dit : Les astres et le Ciel sont fixes ; la Terre se meut de l'Occident vers l'Orient, puis revient [de l'Orient à l'Occident]. »

Ce dernier texte nous montre qu'Aristarque avait, autour de lui, des élèves qui recueillaient son enseignement. La même conclusion se peut déduire d'un passage de Sextus Empiricus.

Les Péripatéticiens pensaient que la rotation du Ciel des étoiles fixes était une condition indispensable de l'existence même du temps ; le temps était, pour eux, la mesure même de ce mouvement ; à quoi Sextus leur objecte [3] « que ceux qui ôtent le mouvement au Ciel et qui croient que la Terre se meut, comme les disciples du mathématicien Aristarque (οἱ περὶ Ἀρίσταρχον τὸν μαθηματικόν), ne sont pas empêchés, par là, de concevoir le temps. »

Aristarque trouvait donc des partisans parmi ses contemporains ; il trouvait aussi des adversaires. Son hypothèse mouvait la Terre et, par conséquent, le feu central, l'Ἑστία, le foyer du Maître des dieux. Certains crièrent au sacrilège. De ce nombre fut, au témoi-

1. Simplicii *Commentarii in Aristotelis libros de Cœlo;* in lib. II cap. VII; éd. Karsten, p. 200, col. b ; éd. Heiberg, p. 444.

2. *Scholia in Aristotelem.* Collegit C. A. Brandis ; Berolini, 1836, p. 95, col. a.

3. Sextus Empiricus *Adversus mathematicos;* éd. Gentianus Hervetus, Coloniæ Allobrogum, 1621, p. 410 ; éd. Bekker, X, 174, p. 512.

gnage de Plutarque[1], Cléanthe, disciple de Zénon : « De l'avis de Cléanthe, Aristarque devait être accusé, devant les Grecs, de profanation sacrilège, pour avoir déplacé le foyer du Monde ; cet homme avait tenté, en effet, de sauver les apparences en faisant l'hypothèse que le Ciel demeure immobile et que la Terre parcourt le cercle oblique [l'écliptique], en même temps qu'elle tourne autour de son axe propre ».

Si Aristarque ne fut pas, comme Socrate, condamné à boire la ciguë, la faute n'en est pas au pieux stoïcien Cléanthe.

VI

SÉLEUCUS

Aristarque, cependant, s'était borné à présenter la fixité du Soleil et du Ciel des étoiles fixes, le double mouvement de la Terre comme des hypothèses propres à sauver les apparences ; il ne semble pas qu'il ait jamais affirmé la réalité de telles hypothèses. D'autres ont été moins réservés que lui ; tel Séleucus, si nous en croyons Plutarque.

« La Terre, dit celui-ci[2], est-elle nécessairement liée à l'axe qui traverse l'Univers de part en part ? Incapable d'être mue comme une machine, demeure-t-elle arrêtée et immobile ? Ou bien devons-nous la regarder comme tournante et détachée [de cet axe] ? Aristarque et Séleucus ont proposé cette dernière opinion ; le premier, il est vrai, l'a donnée comme une hypothèse ; le second, au contraire, l'a produite d'une manière affirmative. »

Ce Séleucus était né, au rapport de Strabon, à Séleucie, ville de Chaldée située sur le Tigre ; de sa vie, nous ne savons rien, sinon qu'elle fut antérieure à celle d'Hipparque, qui observait à Rhodes en 128 et en 127 ; cette vie de Séleucus avait donc pris fin quand le premier siècle commença.

A son système astronomique, sans doute identique à celui d'Aristarque, Séleucus rattachait une théorie des marées qu'il opposait à celle de Cratès, qui fut le maître de Zénon. Voici, en effet, ce que dit un texte de Jean de Damas[3] :

1. PLUTARQUE, *De facie in orbe Lunæ*, § 6. Cf. DIOGÈNE DE LAËRTE, *De vitis philosophorum* lib. VII, cap. 174.
2. PLUTARQUE, *Platonicæ quæstiones*, quæst. VIII.
3. Publié dans : STOBAEI *Florilegium*, éd. Meineke, t. IV, p. 245. Le même texte, avec omission du nom de Cratès et quelques variantes, se trouve dans : PSEUDO-PLUTARQUE, *De placitis philosophorum* lib. III, cap. 17.

« Séleucus le mathématicien, écrivant contre Cratès, et faisant, lui aussi, mouvoir la Terre, dit que la révolution de la Lune autour de la Terre produit une réaction sur la rotation de la Terre ; que l'air qui se trouve entre ces deux corps est retourné sens dessus dessous ; qu'il se précipite alors sur la Mer Atlantique, et que pour cette raison, la mer prend part à cette perturbation de l'air. »

Peut-être cette explication des marées paraîtra-t-elle quelque peu naïve ; elle ressemble cependant, et d'une manière très frappante, à celle que proposera Descartes lorsqu'il cherchera l'explication du flux et du reflux dans la gêne qu'éprouve la matière subtile, tourbillonnant autour de la Terre, à passer entre la Terre et la Lune.

VII

L'ABANDON DU SYSTÈME HÉLIOCENTRIQUE

Après Séleucus, nous ne trouvons plus personne, durant l'Antiquité gréco-romaine, qui ait tenu pour l'hypothèse héliocentrique ; cette hypothèse semble être tombée dans un profond oubli d'où nul, avant Copernic, n'a essayé de la tirer.

D'un tel délaissement, il n'est pas fort aisé d'indiquer les raisons ; peut-être, cependant, en peut-on deviner quelques-unes.

Le système héliocentrique pouvait être, comme l'avait fait Aristarque de Samos, présenté comme une hypothèse géométrique propre à sauver les mouvements apparents des astres ; il pouvait être donné pour une doctrine physique conforme à la véritable nature des choses, et c'est ainsi que l'avait proposé Séleucus. En ce dernier cas, il ne donnait pas satisfaction au physicien ; dans le premier, il ne contentait pas les légitimes désirs de l'astronome.

Le physicien, désireux non pas de composer des mouvements imaginés par le géomètre, mais de savoir quels corps, dans l'Univers, sont vraiment en repos, quels se meuvent réellement, recourait, pour décider cette question, aux principes de la Dynamique. Or la Dynamique qu'il avait à sa disposition, c'était, à fort peu près, celle qu'Aristote avait exposée dans ses divers ouvrages ; et cette Dynamique-là donnait, du repos de la Terre, des démonstrations que tous les philosophes jugeaient convaincantes. Comment ce physicien n'eût-il point tenu le système héliocentrique

d'Héraclide, d'Aristarque et de Séleucus pour condamné par les principes les plus sûrs de la Mécanique ?

Si la Physique d'Aristote ou des Stoïciens donnait à l'astronome, pour affirmer que la Terre était fixe et qu'elle n'avait pas même nature que les astres errants, des raisons qu'il avait tout lieu de juger bonnes, la Religion, de son côté, lui imposait ces opinions à titre de préceptes sacrés. Les obstacles qu'au XVIIe siècle, le Protestantisme, puis l'Église catholique opposèrent aux progrès de la doctrine copernicaine ne peuvent nous donner qu'une faible idée des accusations d'impiété qu'eût encouru, de la part du Paganisme antique, le mortel assez osé pour ébranler l'immobilité perpétuelle du foyer de la divinité, pour assimiler ces êtres incorruptibles et divins que sont les astres à la Terre, domaine humilié de la génération et de la mort. Écoutons Paul Tannery [1] : « Galilée, d'une part, fonda sur l'expérience les véritables lois de la Dynamique, montra de l'autre, par des découvertes célèbres, que la croyance à une différence de nature entre les astres et notre globe était un préjugé sans fondement. Si les partisans des anciennes doctrines purent le faire condamner par l'Église, les dogmes chrétiens ne lui opposaient en réalité aucun obstacle ; il eût probablement couru des dangers beaucoup plus sérieux s'il avait eu à lutter contre les superstitions astrolatriques de l'Antiquité. » Nous avons vu, d'ailleurs, comment Cléanthe souhaitait que les Grecs condamnassent Aristarque pour crime d'impiété ; et cette condamnation, l'aveugle et crédule vulgaire n'eût pas, sans doute, été seul à la porter ; elle eût pu s'autoriser des doctrines théologiques d'Aristote aussi bien que de celles de Platon.

Si le physicien voulait des hypothèses conformes à la réalité, si le théologien exigeait que ces hypothèses respectassent la hiérarchie des dieux, l'astronome demandait seulement qu'on lui donnât des combinaisons de mouvements circulaires et uniformes propres à sauver les mouvements apparents du Soleil, de la Lune et des planètes. Mais ces combinaisons, le système d'Aristarque de Samos était bien loin de les lui fournir.

Sans doute, les mouvements imaginés par Héraclide et par Aristarque sauvaient *d'une manière qualitative* les grandes inégalités planétaires. Mais l'astronome souhaitait quelque chose de plus ; il voulait des règles qui lui permissent de calculer d'avance, avec précision, les mouvements apparents des astres errants ; or,

1. PAUL TANNERY, *Recherches sur l'histoire de l'Astronomie ancienne*, ch. IV, 19, p. 102.

ces méthodes de calcul, ces procédés pour dresser des tables et des éphémérides, il ne paraît pas qu'Héraclide ni Aristarque se soient essayés à les lui fournir.

Et d'ailleurs, il n'était que trop évident que la théorie du géomètre de Samos ne pouvait conduire à ces concordances numériques précises exigées par la Science des astres. Aristarque faisait mouvoir la Terre sur une circonférence de cercle dont le centre, Archimède nous l'a dit, était identique au centre du Soleil ; qu'il l'y fit mouvoir d'un mouvement uniforme, cela ne fait pas question ; comment, dès lors, aurait-il pu rendre compte de cette inégalité des saisons que Thalès avait déjà reconnue, dont Méton et Euctémon, dont Eudoxe avaient déterminé la valeur, et qui, au rapport d'Eudème, avait si fort préoccupé Calippe ?

Cette théorie, capable de sauver, jusqu'à la concordance numérique précise, les inégalités apparentes des mouvements des astres errants, elle commençait à s'ébaucher, au temps même de Séleucus, et peut-être avant lui, par les travaux d'Apollonius de Perge ; ceux d'Hipparque allaient lui assurer de rapides et admirables progrès ; le système des épicycles et des excentriques allait combler les désirs de l'astronome, comme la doctrine d'Aristote avait comblé ceux du physicien, et lui faire oublier entièrement les combinaisons de mouvements héliocentriques.

Entre le physicien, qui demande à la Cosmologie d'Aristote de lui faire connaître les mouvements réels, et l'astronome, soucieux de sauver minutieusement les mouvements apparents par les hypothèses qui supportent le système des excentriques et des épicycles, nous verrons s'engager un combat singulier ; à travers l'Antiquité hellénique, le Moyen-Age islamique et le Moyen-Age chrétien, ce combat se prolongera jusqu'au milieu du XVI[e] siècle ; mais, au cours de ce long débat, ni l'un ni l'autre des adversaires n'aura cure de l'Astronomie héliocentrique.

CHAPITRE VIII

L'ASTRONOMIE DES EXCENTRIQUES ET DES ÉPICYCLES

I

L'ORIGINE DU SYSTÈME DES EXCENTRIQUES ET DES ÉPICYCLES

Le système des sphères homocentriques était condamné dans son principe au moment même où Eudoxe et Calippe s'efforçaient de le constituer ; on savait déjà que plusieurs astres errants avaient des diamètres apparents variables ; on savait donc que ces astres ne demeurent pas toujours à la même distance de la Terre, qu'ils ne sont pas enchâssés dans des sphères solides ayant pour centre le centre de la Terre. Ce système, contredit par les faits dans la proposition même qui le domine tout entier, n'en trouvera pas moins des défenseurs pendant deux mille ans, parce qu'il s'accorde seul avec la Physique d'Aristote et parce que, pendant deux mille ans et plus, il y aura des hommes pour mettre la parole d'Aristote au-dessus du témoignage de leurs yeux.

Le système héliocentrique sauvait de la plus heureuse façon certaines des apparences qui échappaient aux représentations du système des sphères homocentriques ; mais, comme une plante qui aurait germé trop tôt, il a disparu avant de s'être développé, pour ne reparaître que dans les temps modernes.

Le problème que Platon et les Pythagoriciens ont posé aux géomètres et aux astronomes va recevoir une troisième solution ; plus heureuse que les deux autres, cette solution, perfectionnée par des retouches plusieurs fois séculaires, semblera donner

satisfaction aux désirs que ce problème formulait ; par des combinaisons de mouvements circulaires et uniformes, elle sauvera les apparences avec une exactitude dont calculateurs et observateurs se contenteront pendant de longs siècles.

Cette solution est celle qui fait usage de mouvements circulaires excentriques à la Terre et aussi de mouvements épicycles.

L'histoire des efforts qui ont constitué le système astronomique des excentriques et des épicycles peut se partager en trois périodes.

La première période comprend les tentatives qui ont précédé Hipparque.

La seconde embrasse les travaux d'Hipparque et ceux, beaucoup moins importants, des astronomes qui se sont succédés d'Hipparque à Ptolémée.

La troisième retrace l'œuvre de Ptolémée.

Il s'en faut bien que ces trois périodes nous soient également connues.

La troisième, la plus récente est, pour nous, en pleine lumière. Nous possédons la *Grande composition mathématique* où Ptolémée nous a laissé l'exposé complet de son système ; nous possédons les *Hypothèses des planètes*, où il a, plus tard, simplifié quelques parties de ce système ; nous pouvons donc avec assurance, et dans les moindres détails, dire quelles étaient les théories astronomiques de Ptolémée.

La seconde période nous apparaît plus incertaine et plus voilée. La plupart des travaux d'Hipparque sont perdus ; ceux qui restent sont des moins importants ; le plus grand nombre des écrits astronomiques composés entre Hipparque et Ptolémée nous sont également inconnus, ou connus seulement par des extraits ou des résumés. Ces extraits et ces résumés, toutefois, nous apportent plus d'un renseignement intéressant ; et, surtout, Ptolémée, dans un grand nombre de chapitres de la *Syntaxe*, nous parle avec précision et compétence de l'œuvre de son prédécesseur ; aussi plusieurs parties de cette œuvre peuvent-elles être reconstituées avec une entière certitude ou, du moins, avec une grande probabilité.

Quant à la première période, à la plus ancienne, elle se cache, presque en entier, sous des nuages impénétrables. Quelques allusions d'auteurs beaucoup plus récents, un important passage de Ptolémée relatif à deux théorèmes d'Apollonius sont les seuls éclaircissements qui nous puissent diriger au travers de ces épaisses ténèbres.

Lors donc que nous allons nous proposer de retracer les premières tentatives qui aient préparé le système des excentriques et des épicycles, c'est un travail de divination, très hésitant dans son progrès, très douteux dans ses conclusions, qu'il nous faudra faire.

En cette divination, nous marcherons à la suite de deux guides très expérimentés, Paul Tannery[1] et, surtout, G. Schiaparelli[2]; mais, en dépit de la confiance qu'inspirent leur science et leur érudition, il nous arrivera maintes fois d'être plus timide qu'ils ne l'ont été.

Si nous voulons deviner, avec quelque espoir de tomber juste, les démarches intellectuelles de ceux qui ont recouru les premiers aux excentriques et aux épicycles, il nous faut, d'abord, mettre en face du problème astronomique tel qu'il se posait de leur temps. Ce temps, il faut sans doute le placer après Héraclide du Pont, qui a connu la fondation d'Alexandrie, faite en 332; il faut assurément le mettre avant Apollonius de Perge, qui florissait en 205; le troisième siècle avant notre ère lui peut être assigné.

Or, les renseignements que Sosigène empruntait à Eudème et que nous avons reproduits au § 1 du Chapitre précédent nous disent avec précision quelles étaient, à ce moment, les préoccupations des astronomes. Sauver les stations et les mouvements tantôt directs et tantôt rétrogrades des planètes; sauver les variations du diamètre apparent de ces astres, du Soleil, de la Lune; sauver enfin la marche inégale du Soleil sur l'écliptique, telles étaient les énigmes que la Science des astres posait à leur sagacité.

Parmi ces énigmes, il en est dont la divination semblait avoir fait un grand pas depuis qu'Héraclide avait proposé sa théorie des mouvements de Vénus et de Mercure; la combinaison de circulations uniformes que le philosophe du Pont avait proposée paraissait expliquer, de la manière la plus heureuse, à la fois la marche et les variations d'éclat de l'étoile du matin et du soir. On peut donc s'attendre à ce que les astronomes qui viendront après Héraclide s'attachent à conserver, en ce qu'elle avait d'essentiel, son élégante solution.

En revanche, ni Héraclide du Pont, ni Aristarque de Samos, en développant leur hypothèse héliocentrique, n'avaient rien fait qui

1. Paul Tannery, *Recherches sur l'Histoire de l'Astronomie ancienne, (Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux,* 4e série, t. I; 1893).

2 G. Schiaparelli, *Origine del sistema planetario eliocentrico presso i Greci* [*Memorie del R. Instituto Lombardo di Scienze e Lettere;* classe di Scienze matematiche e naturali; vol. XVIII (série III, vol. IX); 1898].

pût sauver les variations du diamètre apparent du Soleil ni l'inégale durée des saisons; cette dernière anomalie, en particulier, connue depuis Thalès, s'imposait avec une instance toute spéciale aux méditations des astronomes ; elle fut, très probablement, le point de départ de l'hypothèse des excentriques.

Nul ne doutait, bien entendu, de ce principe pythagoricien et platonicien : Toutes les apparences célestes doivent être sauvées à l'aide de mouvements circulaires et uniformes. Il allait donc sans dire que le Soleil décrit une circonférence de cercle avec une vitesse constante. Par conséquent, si la vitesse angulaire de cet astre ne nous paraît pas la même aux diverses époques de l'année, c'est que, pour en observer le cours, nous ne sommes pas placés au centre de ce cours. Un même arc de l'orbite solaire nous paraît d'autant plus petit qu'il est plus loin de la Terre ; et comme le Soleil traverse toujours cet arc dans le même temps, il nous paraît marcher avec une vitesse variable, minimum lorsqu'il passe, sur son cercle, au point le plus distant de la Terre, à l'*apogée*, maximum lorsqu'il passe au point le plus voisin de la Terre, au *périgée*. En même temps, le diamètre apparent est d'autant plus petit que le Soleil est plus voisin de l'apogée, d'autant plus grand que le Soleil est plus voisin du périgée.

Telle est l'hypothèse de l'excentrique.

Elle est, semble-t-il, la conséquence naturelle, spontanée, immédiate du rapprochement entre les principes que Platon et les Pythagoriciens imposaient à toute hypothèse astronomique, et les apparences, connues depuis très longtemps, qu'il s'agissait de sauver. Nous voyons, cependant, que les astronomes ont fort tardé à la proposer; nous verrons qu'ils ont eu grand'peine à la faire adopter. Les principes étant admis par tous, d'où provenait cette répugnance à en recevoir la conséquence ?

Si les physiciens ont reçu si tardivement et de si mauvaise grâce l'hypothèse qui fait décrire au Soleil un cercle dont le centre est hors de la Terre, c'est qu'elle enlevait à cette circulation le corps central immobile sans lequel, au gré de la Physique péripatéticienne, aucune rotation ne saurait avoir lieu. Remarquons, à ce propos, que cette opinion ne fut sans doute pas restreinte au Lycée ; ce qui, vraisemblablement, appartient à Aristote, c'est de l'avoir incorporée dans sa théorie générale du lieu et du mouvement local; mais, sous une forme moins rigoureuse, elle devait être fort répandue chez les penseurs grecs ; on ne concevait pas qu'un astre pût tourner autour d'un point géométrique, en d'autres termes, autour de rien.

Quels philosophes eurent donc, les premiers, l'audacieuse idée de faire mouvoir le Soleil ou quelque autre astre sur un cercle excentrique à la Terre? « Peut-être les Pythagoriciens », dit Simplicius[1], « comme le content plusieurs auteurs, parmi lesquels Nicomaque, puis Jamblique, qui suit en cela l'opinion de Nicomaque. » Nous verrons que ces astronomes, sectateurs de Pythagore, dont les noms mêmes n'ont pas été conservés par l'histoire, sont cités par les Grecs comme inventeurs de la théorie des épicycles ; ils appartenaient, sans doute, à ces écoles de la Grande Grèce, encore florissantes au temps d'Aristote, et dont celui-ci nomme parfois les adeptes : « Ceux d'Italie ».

L'hypothèse qu'Héraclide avait proposée pour sauver les diverses apparences présentées par la planète Vénus offrait de très grands avantages ; si l'on se contentait de faire un rapprochement qualitatif entre les conséquences de l'hypothèse et les données de l'observation, la concordance pouvait paraître pleinement satisfaisante. Mais à cette concordance, il n'importait nullement que le Soleil fût précisément au centre du cercle décrit par Vénus ; que le centre de ce cercle se trouvât en n'importe quel point de la ligne menée de la Terre au Soleil ou du prolongement de cette ligne, et l'hypothèse modifiée continuait d'expliquer les marches directes ou rétrogrades, les stations, les variations du diamètre apparent de Vénus, exactement comme le faisait l'hypothèse primitive d'Héraclide.

Or l'hypothèse ainsi modifiée se peut formuler de la manière suivante :

Vénus, d'un mouvement uniforme, décrit un cercle, l'*épicycle*, dans un temps qui est la *durée de révolution synodique* de cette planète.

Le centre de l'épicycle parcourt, en même temps, un *cercle déférent* qui est situé dans le plan de l'écliptique, et dont le centre est le centre de la Terre. Son mouvement uniforme s'accomplit en un temps qui est la *durée de révolution zodiacale* de la planète ; pour Vénus, cette durée est d'un an.

Le rayon qui joint le centre du Monde, qui est aussi le centre de la Terre, et le centre du cercle déférent, au centre du cercle épicycle rencontre constamment le centre du Soleil.

Un énoncé tout semblable se peut naturellement appliquer à la planète Mercure.

1. SIMPLICII *In Aristotelis libros de Cœlo commentaria*, lib. II, cap. XII ; éd. Karsten, p. 227, col. a ; éd. Heiberg, p. 507.

Peut-on espérer de sauver les mouvements apparents des autres planètes en usant de quelque artifice semblable à celui qui vient d'être proposé pour Vénus et pour Mercure? Cet artifice ne sera assurément susceptible d'une telle extension que si on lui donne plus de souplesse en supprimant certaines restrictions.

Les planètes, autres que Mercure et Vénus, ne sont pas, comme ces dernières, astreintes à demeurer toujours voisines du Soleil, à ne s'en écarter jamais, ni dans un sens ni dans l'autre, d'un angle supérieur à une certaine limite ; si donc on leur veut appliquer une combinaison de mouvements analogue à celle qui vient d'être décrite, il ne faudra plus obliger le rayon qui joint le centre du Monde au centre de l'épicycle à passer sans cesse par le centre du Soleil.

Le temps que les planètes autres que Vénus et Mercure emploient, en moyenne, à parcourir le zodiaque n'est pas égal à celui que le Soleil emploie à décrire le même cercle ; il varie d'une planète à l'autre ; chaque planète devra donc avoir sa durée de révolution zodiacale particulière.

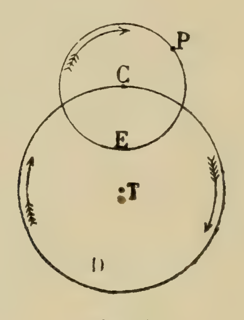


Fig. 4.

L'hypothèse ainsi généralisée se réduira à ceci :

A chaque planète, correspond un *cercle déférent*, D (fig. 4), tracé dans le plan de l'écliptique, et ayant pour centre le centre T de la Terre et du Monde. D'un mouvement uniforme, dirigé d'Occident en Orient, un point C décrit ce cercle en un temps qui est la *durée de révolution zodiacale* de la planète.

Ce point est le centre d'un *cercle épicycle* E qu'il entraîne en sa rotation autour du centre du déférent ; en même temps, d'un mouvement uniforme, la planète P décrit ce cercle épicycle ; le sens de rotation de la planète sur l'épicycle est le même que le sens de rotation du point C sur le déférent ; la durée du premier de

ces mouvements est la *durée de révolution synodique* de la planète.

Telle est l'hypothèse de l'épicycle sous sa forme la plus simple, la seule que les Grecs aient connue jusqu'à Hipparque ou, du moins, jusqu'à une époque voisine de celle où vécut ce géomètre.

Sous cette forme, qui donc en a usé le premier ?

Théon de Smyrne, qui écrit entre le temps d'Hipparque et celui de Ptolémée, s'exprime en ces termes [1] : « Platon semble accorder la préférence à l'hypothèse des épicycles ; ce sont, selon lui, non pas des sphères, mais des cercles qui portent les astres errants ; c'est ce qu'il exprime sous forme énigmatique, à la fin de la *République*, à l'aide de gaînes emboîtées les unes dans les autres..... ». Ici, comme en beaucoup d'autres passages de son livre, Théon se borne à reproduire l'enseignement de son maître Adraste d'Aphrodisias.

C'est tout à fait à tort qu'Adraste et Théon mettent au compte de Platon l'hypothèse des épicycles ; on n'en trouve aucune trace dans ses écrits ; Proclus, beaucoup mieux informé, dit, en commentant le *Timée* [2] : « Ni dans ce dialogue ni dans aucun autre, Platon ne fait la moindre mention d'excentrique ni d'épicycle ».

Le même Proclus, dans son *Hypotypose*, nous donne [3] le renseignement que voici : « L'histoire nous apprend que l'hypothèse des excentriques et des épicycles a plu à d'illustres Pythagoriciens parce qu'elle est plus simple que toutes les autres ».

Cette courte indication concorde avec celle que Simplicius nous avait donnée touchant les premiers astronomes qui eussent osé faire mouvoir un astre sur un cercle excentrique à la Terre. Il est probable que les dernières Écoles pythagoriciennes de la Grande Grèce ont imaginé ces deux hypothèses de l'excentrique et de l'épicycle, organes essentiels de l'Astronomie qu'allait développer l'École alexandrine.

1. THEONIS SMYRNÆI *Liber de Astronomia*, cap. XXXIV ; éd. Th. H. Martin, pp. 302-303. — THÉON DE SMYRNE, *Exposition des connaissances mathématiques utiles pour la lecture de Platon* ; trad. J. Dupuis, Astronomie, ch. XXXIV, pp. 304-305.

2. PROCLI DIADOCHI *In Platonis Timæum commentaria*. Ed. Ernestus Diehl, Lipsiæ MCMIV. In Tim. 36. D ; t. II, p. 264.

3. *Hypothèses et époques des planètes de* C. PTOLEMÉE et *Hypotyposes de* PROCLUS DIADOCHUS, traduites pour la première fois du Grec en Français par M. l'abbé Halma, Paris, 1820. *Hypotyposes de* PROCLUS DIADOCHUS philosophe platonicien, *ou représentations des hypothèses astronomiques ;* pp. 70-71. — PROCLI DIADOCHI *Hypotyposis astronomicarum positionum*. Edidit Carolus Manitius, Lipsiæ, MCMIX, pp. 18-19.

II

DE L'ÉQUIVALENCE ENTRE L'HYPOTHÈSE DE L'EXCENTRIQUE ET L'HYPOTHÈSE DE L'ÉPICYCLE

Si la pensée des astronomes grecs a suivi, pour concevoir l'hypothèse de l'excentrique et l'hypothèse de l'épicycle, une démarche peu différente de celle que nous venons de décrire, cette pensée a dû s'étonner d'un bien saisissant disparate. Pour sauver l'anomalie qui apparaît dans la marche annuelle du Soleil, il suffit de mouvoir cet astre, d'un mouvement uniforme, sur un cercle dont la Terre n'occupe pas le centre. Pour sauver les irrégularités du cours des planètes, il leur faut faire parcourir un cercle épicycle dont le centre décrive lui-même un cercle concentrique au Monde. Au premier abord, ces deux sortes de mouvements semblent extrêmement différentes ; la loi qui régit le mouvement du Soleil paraît sans affinité avec celle qui régit le mouvement des cinq planètes ; par là, toute l'harmonie des circulations célestes se change en désaccord.

Les géomètres ne tardèrent pas à rétablir l'accord qui, un instant, avait pu paraître troublé. Par de beaux théorèmes, ils prouvèrent l'équivalence d'hypothèses fort dissemblables d'aspect. Ils montrèrent que si l'on pouvait sauver l'anomalie apparente de la marche solaire en faisant décrire au Soleil un cercle excentrique à la Terre, on pouvait tout aussi bien la sauver en faisant décrire à l'astre un cercle épicycle dont le centre parcourût, à son tour, un cercle concentrique à la Terre ; par là, l'hypothèse de l'épicycle, conçue pour sauver les anomalies planétaires, devenait également propre à sauver le cours apparent du Soleil.

Ils montrèrent aussi comment l'hypothèse de l'excentrique, née du désir de sauver l'inégalité des saisons pouvait, en se généralisant, servir à sauver les apparences compliquées du cours des planètes, et cela exactement comme les sauve l'hypothèse de l'épicycle.

Par ces travaux des géomètres, les astronomes se trouvèrent en possession non pas d'une théorie harmonieuse des mouvements célestes, mais de deux telles théories, l'une exclusivement fondée sur l'emploi de l'épicycle, l'autre sur l'emploi de l'excentrique fixe ou mobile ; ces deux théories se trouvaient, aux yeux du géomè-

tre, en une exacte équivalence ; tout phénomène sauvé par l'une d'elles était nécessairement sauvé par l'autre, et avec la même approximation ; de la première explication à la seconde, le passage se trouvait, en chaque cas, assuré par des règles très fixes et très simples.

De ces théorèmes, nous ignorons qui a démontré les premiers et les plus simples ; les plus compliqués, ceux qui n'ont pu être découverts qu'en dernier lieu, nous sont conservés par Ptolémée dans sa *Syntaxe mathématique*, et Ptolémée en attribue l'invention à Apollonius de Perge.

Établissons sommairement deux de ces théorèmes, ceux qui, de nécessité logique, ont dû précéder les propositions d'Apollonius.

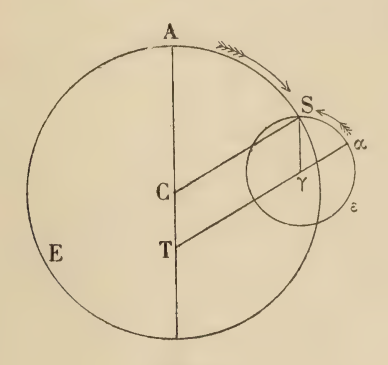


Fig. 5.

Théorème I. — *Supposons que le mouvement du Soleil soit une circulation uniforme, d'Occident en Orient, accomplie sur un cercle* E, *de rayon* R, *dont le centre* C (fig. 5) *est différent du centre* T *de la Terre et du Monde. Il revient au même de supposer que le Soleil est porté par un cercle épicycle* ε *de rayon* TC ; *que le centre* γ *de ce cercle épicycle décrit uniformément, d'Occident en Orient, dans la durée d'un an, un cercle déférent* D, *de centre* T *et de rayon* R ; *enfin que le Soleil parcourt uniformément, en un an, la circonférence de l'épicycle, le sens de cette rotation étant contraire au sens de la rotation du centre de l'épicycle sur le déférent.*

Soit A l'apogée du Soleil. Suivons cet astre à partir du moment où il passe au point A. Soit S sa position au bout d'un certain temps. Achevons le parallélogramme dont TC, CS sont deux côtés consécutifs et désignons par γ le quatrième sommet de ce parallélogramme.

Tγ est constamment égal à CS ou à R ; le lieu du point γ est donc une circonférence de centre T et de rayon R. L'angle ATγ étant

visiblement égal à l'angle ACS, le point γ se meut, sur cette circonférence, exactement comme le point S sur la circonférence E ; il la parcourt uniformément, d'Occident en Orient, en un an.

γS étant égal à TC, le point S est constamment sur un cercle ε de rayon TC et de centre γ. Prolongeons la ligne Tγ jusqu'à ce qu'elle rencontre en α ce cercle ε ; α est le point du cercle ε avec lequel le Soleil coïncidait à l'instant que nous avons pris pour origine du temps ; à cet instant, le Soleil et le point α se trouvaient tous deux en A. Tandis, donc, que le Soleil est venu de A en S, il a décrit, sur le cercle ε, l'arc αS ; l'angle $\alpha\gamma$S étant égal à l'angle γTA, il est visible que le Soleil se meut sur le cercle épicycle ε avec la même vitesse angulaire que le point γ sur le cercle déférent D, mais en sens contraire.

Le théorème énoncé est ainsi démontré.

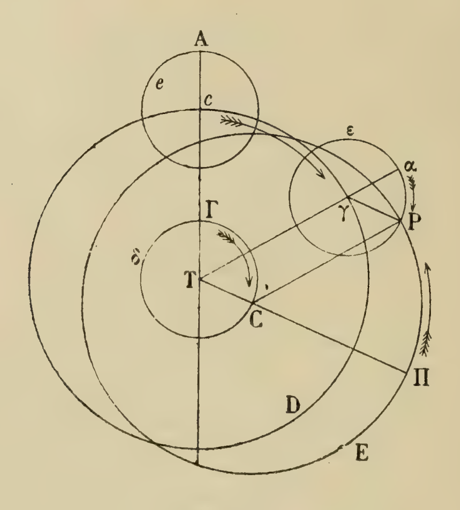


Fig. 6.

Ce théorème comporte une RÉCIPROQUE ; mais cette réciproque n'est qu'un corollaire du Théorème suivant :

THÉORÈME II. — *Le centre* γ *de l'épicycle* ε *d'une planète décrit uniformément, d'Occident en Orient, un cercle déférent* D (fig. 6) *ayant pour centre le centre* T *de la Terre et pour rayon* R ; *il le décrit en un temps égal à la durée de révolution zodiacale* ζ *de la planète* ; *la planète décrit en même temps, d'un mouvement uniforme, l'épicycle* ε *de rayon* ρ ; *cette seconde rotation, de même sens que la précédente, s'achève en la durée de révolution synodique* σ.

Il revient au même de faire décrire à la planète, uniformément,

en sens contraire des deux rotations précédentes, et dans le temps σ, *un cercle épicycle* E *de rayon* R, *tandis que le centre* C *de ce nouvel épicycle décrit un nouveau cercle déférent* δ *ayant pour centre le centre* T *de la terre et* ρ *pour rayon ; le mouvement du point* C *sur le cercle* δ *est uniforme ; il a lieu d'Occident en Orient et s'achève en un temps* τ *donné par l'égalité*

$$(1) \qquad \frac{1}{\tau} = \frac{1}{\zeta} + \frac{1}{\sigma}.$$

Considérons un premier instant où, l'épicycle se trouvant en e et son centre occupant la position c, la planète passe à l'apogée A. Prenons également un instant ultérieur quelconque, où la planète se trouve en P, et le centre de l'épicycle ε en γ.

Complétons le parallélogramme dont Tγ et γP sont deux côtés consécutifs ; soit C le quatrième sommet de ce parallélogramme. La distance TC étant constamment égale au rayon ρ de l'épicycle ε, le lieu du point C est une circonférence de cercle δ, de rayon ρ, ayant pour centre le centre T de la Terre.

A l'instant pris comme initial, ce point était évidemment en Γ sur la ligne TcA. Depuis ce temps, il a décrit d'Occident en Orient l'arc ΓC. L'angle ΓTC est égal à la somme de l'angle cTγ et de l'angle $\alpha\gamma$P. Or $c\gamma$ est l'arc décrit d'Occident en Orient, sur le déférent D, par le centre γ de l'épicycle ε ; αP est l'arc décrit par la planète, suivant le même sens de rotation et dans le même temps, sur l'épicycle ε. On en conclut sans peine que le point C se meut d'Occident en Orient, sur le cercle δ, avec une vitesse angulaire uniforme égale à la somme des vitesses angulaires de circulation du point γ sur le déférent D et de la planète sur l'épicycle ε ; la révolution du point C s'accomplit donc en un temps τ donné par la formule (1).

La distance CP est constamment égale à Tγ ou à R. La planète est donc toujours sur une circonférence de cercle E de rayon R et de centre C.

Supposons cette circonférence E animée, autour du point T, de la même rotation que son centre C. Prolongeons la ligne TC jusqu'à ce qu'elle rencontre en Π la circonférence E ; Π est la position actuellement occupée par le point de cette circonférence qui se trouvait en A à l'instant initial ; la planète a donc, pendant le temps considéré, parcouru sur la circonférence E, de Π en P, l'arc ΠP. Or, l'angle ΠCP est égal à l'angle P$\gamma\alpha$. La planète se meut donc, sur le second épicycle E, en sens contraire de son mouvement sur le premier épicycle mobile, mais avec la même vitesse angulaire

de rotation ; le second mouvement s'achève, comme le premier, en un temps égal à la durée σ de révolution synodique.

Le théorème énoncé est ainsi démontré.

Ce dernier théorème permet, lorsque les apparences offertes par une planète ont été sauvées à l'aide d'un mouvement sur un certain épicycle, de les sauver également bien à l'aide du mouvement sur un autre épicycle. Dans ce passage d'un mouvement à l'autre, il y a pour ainsi dire échange entre le rayon du cercle épicycle et le rayon du cercle déférent. Supposons que, dans le premier mouvement, le cercle déférent ait un rayon R et le cercle épicycle un rayon ρ ; dans le second mouvement, nous l'avons vu, ρ est le rayon du cercle déférent et R le rayon du cercle épicycle.

Les géomètres grecs usaient d'un langage un peu différent ; ils ne regardaient pas ces mouvements comme étant tous deux des mouvements sur un cercle épicycle.

Supposons que ρ, rayon du cercle épicycle ε dans le premier mouvement, soit plus petit que R, rayon du cercle déférent dans ce même mouvement. Il est bien clair que le centre T de la Terre et du Monde se trouvera constamment en dehors du cercle épicycle ε. Dans ce cas, les géomètres grecs disaient que la planète parcourt le cercle épicycle ε dont le centre décrit le cercle déférent D concentrique au Monde.

Dans le second mouvement, le rayon R du cercle épicycle E surpasse le rayon ρ du déférent δ ; le cercle épicycle E contient donc constamment le centre T de la Terre et du Monde ; les géomètres grecs, alors, ne lui donnent plus le nom de cercle épicycle, mais bien celui de *cercle excentrique mobile* ; ils disent que la planète parcourt un excentrique mobile dont le centre décrit un cercle concentrique au Monde.

Le second théorème précédemment démontré établit, selon cette manière de parler, l'*exacte équivalence entre l'hypothèse de l'épicycle et l'hypothèse de l'excentrique mobile.*

Une remarque va établir un lien entre l'hypothèse de l'excentrique mobile et l'hypothèse de l'excentrique fixe.

Nous avons considéré une planète qui décrivait un cercle épicycle ε, de rayon ρ, dans un temps σ, tandis que le centre γ de ce cercle décrivait, dans le temps ζ, un cercle déférent D, de rayon R, concentrique au Monde ; *nous avons supposé que le sens de rotation de la planète sur l'épicycle fût identique au sens de rotation du point γ sur le déférent.*

Conservons maintenant les hypothèses précédentes, sauf une. Laissons le centre γ du cercle épicycle parcourir le cercle défé-

rent D, d'Occident en Orient, dans le temps ζ ; mais *supposons que la planète, qui décrit le cercle épicycle* ε *en un temps* σ, *tourne sur ce cercle contrairement au sens de rotation du point* γ *sur le cercle déférent* D.

En reprenant exactement la démonstration précédente, nous parviendrons au résultat que voici :

Il revient au même de faire décrire à la planète, D'OCCIDENT EN ORIENT, *dans le temps* σ, *un excentrique mobile* E *de rayon* R, *tandis que le centre* C *de cet excentrique parcourt,* D'ORIENT EN OCCIDENT, *un déférent* δ, *de rayon* ρ, *concentrique au Monde, et que ce dernier parcours s'accomplit en un temps* τ *donné par l'égalité*

(2) $$\frac{1}{\tau} = \frac{1}{\sigma} - \frac{1}{\zeta}.$$

Cette dernière formule suppose que la durée de révolution zodiacale ζ est plus grande que la durée de révolution synodique σ. Si, au contraire, la durée de révolution synodique σ surpassait la durée de révolution zodiacale ζ, le point C décrirait, D'OCCIDENT EN ORIENT, le déférent δ en un temps τ donné par la formule

(2 *bis*) $$\frac{1}{\tau} = \frac{1}{\zeta} - \frac{1}{\sigma}.$$

Entre les deux cas dont nous venons de parler, se place un cas intermédiaire ; c'est celui où la durée de révolution synodique σ est précisément égale à la durée de révolution zodiacale ζ. Dans ce cas, *le centre de l'épicycle décrit,* D'OCCIDENT EN ORIENT, *dans un temps* ζ, *un déférent concentrique au Monde* ; *dans le même temps, mais en tournant en sens contraire, la planète parcourt l'épicycle.*

Dans ce cas, la formule (2), comme la formule (2 *bis*), donne pour τ une valeur infinie ; le centre de l'excentrique mobile se déplace sur le cercle δ avec une vitesse nulle ; c'est-à-dire que la planète parcourt un excentrique fixe ; vérifions directement qu'il en est bien ainsi.

Considérons (fig. 7) l'épicycle ε au moment où son centre a décrit, d'Occident en Orient, sur le déférent D, l'arc $c\gamma$. Sur l'épicycle ε, la planète, tournant en sens contraire, a décrit l'arc αP ; l'angle $\alpha\gamma$P est égal à l'angle αTA, en sorte que γP est parallèle à TA.

Par le point P, menons une parallèle à αT ; cette parallèle rencontre en Γ la ligne TA. TΓ est égal au rayon ρ de l'épicycle ε ; ΓP est égal au rayon R du déférent D. On voit donc sans peine que *la planète décrit un excentrique de rayon* R, *dont* Γ *est le centre fixe. Le sens et la durée de sa révolution sur cet excentrique sont*

identiques au sens et à la durée de la révolution du point γ *sur le déférent* D.

La proposition que nous venons de démontrer est évidemment la réciproque du premier des deux théorèmes que nous avons établis.

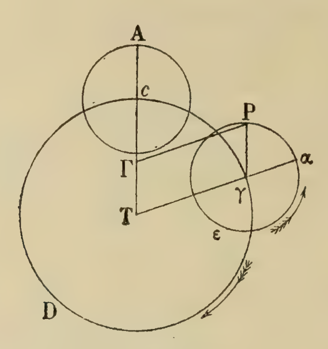


Fig. 7.

Par cette proposition, le mouvement sur un excentrique fixe apparaît nettement comme un cas particulier du mouvement sur un excentrique mobile ; ces mouvements peuvent être l'un et l'autre remplacés par un mouvement convenablement choisi sur un épicycle. La théorie du mouvement du Soleil et la théorie du mouvement des cinq planètes se trouvent ainsi réunies en un même système, et cela de deux manières distinctes, bien qu'équivalentes.

Ces théories étaient assurément connues, nous l'avons dit, d'Apollonius, qui naquit à Perge, en Pamphylie, vers 244 av. J.-C., et qui florissait à Alexandrie, sous Ptolémée Philopator, en 205 av. J.-C. La preuve de cette affirmation, la voici :

Ptolémée décrit[1] une construction géométrique précise par laquelle on peut marquer le lieu où se trouve une planète au moment où elle cesse de progresser suivant l'ordre des signes pour prendre la marche rétrograde, ou inversement ; cette construction, il l'expose, d'une part, en supposant que l'on admette l'hypothèse de l'épicycle et, d'autre part, en supposant que l'on admette l'hypothèse de l'excentrique mobile ; cette manière de faire, il l'attribue « aux mathématiciens et, entr'autres, à Apollonius de Perge — Οἵ τε ἄλλοι μαθηματικοὶ καὶ Ἀπολλώνιος ὁ Περγαῖος ».

1. *Composition mathématique de* Claude Ptolémée.. traduite par M. l'abbé Halma ; livre XII, chapitre I, tome II, pp. 312-322 ; Paris, 1816. — Claudii Ptolemæi *Opera quæ exstant omnia. Syntaxis mathematica.* Edidit J. L. Heiberg. Volumen II, Lipsiæ, MDCCCCIII ΙΒ', α', p 450.

Or l'énoncé même du problème et la double solution qui en est donnée supposent évidemment la connaissance des propositions préliminaires que nous avons établies. Apollonius de Perge et les géomètres de son temps savaient donc que l'on peut sauver de deux manières équivalentes les anomalies du Soleil et des cinq planètes, soit qu'on leur fasse parcourir un cercle épicycle dont le centre décrit un cercle déférent concentrique du Monde, soit qu'on les lance sur un excentrique, fixe pour le Soleil, et mobile pour les cinq planètes.

III

LE SYSTÈME DES ÉPICYCLES ET DES EXCENTRIQUES ET LE SYSTÈME HÉLIOCENTRIQUE

Que l'hypothèse d'Héraclide du Pont sur les mouvements de Vénus et de Mercure ait grandement contribué à la création de la théorie de l'épicycle, il est bien difficile d'en douter. Paul Tannery et G. Schiaparelli, dans des ouvrages que nous avons cités, vont plus loin ; ils pensent que le système des épicycles et des excentriques mobiles, sous la forme simple où Apollonius de Perge paraît l'avoir professé, est issu directement et tout entier de la théorie héliocentrique d'Héraclide et d'Aristarque de Samos. Aucun texte ne vient, malheureusement, soutenir leur brillante conjecture ; mais aucun texte non plus n'y contredit. Elle est si séduisante, elle éclaire si vivement l'origine de certaines hypothèses, que nous la voulons exposer ici, sans la donner cependant pour assurée.

Reprenons le système d'Aristarque de Samos, tel que nous le pouvons reconstituer, d'une part, au moyen des renseignements précis que nous tenons d'Archimède, d'autre part, au moyen des suppositions que réclame l'obligation de sauver les apparences.

La sphère des étoiles fixes demeure immobile ; le Soleil demeure aussi immobile au centre de cette sphère. Tous les autres corps célestes se meuvent de mouvements qui sont des combinaisons de rotations uniformes.

La Terre tourne sur elle-même, afin de sauver l'apparence du mouvement diurne. En même temps, le centre de la Terre parcourt d'un mouvement uniforme un cercle dont le Soleil occupe le centre.

La Lune circule autour de la Terre en même temps qu'elle est entraînée dans la circulation de ce corps autour du Soleil.

Chacune des planètes décrit, d'un mouvement uniforme, un cercle dont le Soleil occupe le centre. Vénus semble ne jamais s'écarter du Soleil, soit d'un côté soit de l'autre, au delà d'un certain angle ; Mercure demeure encore plus voisin du Soleil ; Mars, Jupiter et Saturne, au contraire, peuvent être observés à toute distance du Soleil ; pour sauver ces apparences, il est nécessaire d'admettre que Vénus décrit autour du Soleil un cercle plus petit que celui de la Terre et que Mercure parcourt une orbite plus petite encore que celle de Vénus ; au contraire, les cercles décrits par Mars, par Jupiter et par Saturne doivent contenir le cercle parcouru par la Terre.

Tel fut, à n'en pas douter, le système proposé par Aristarque de Samos, qu'Héraclide du Pont avait peut-être inspiré.

Quelle fut, à l'égard d'un tel système, l'attitude des astronomes ? On peut l'imaginer par analogie avec l'attitude que provoqua, au XVIe siècle, le système de Copernic. Les géomètres, d'une part, admirèrent, sans doute, l'élégance avec laquelle cette combinaison de mouvements sauvait le cours apparent des planètes ; mais les physiciens, d'autre part, durent éprouver une extrême répugnance à faire mouvoir la Terre contrairement à ce qu'enseignaient leurs doctrines mécaniques ; et certains d'entre eux, tel Cléanthe, ne négligèrent pas d'emprunter des arguments aux croyances religieuses.

Ces deux tendances opposées durent produire un effet semblable à celui qu'elles ont déterminé au XVIe siècle. Un géomètre, mû par la pensée qui devait, plus tard, inspirer Tycho Brahé, s'efforça de maintenir la Terre immobile et de garder cependant, aux divers corps célestes, des mouvements relatifs identiques à ceux que leur attribuait Aristarque de Samos. Il fut ainsi conduit à proposer le système suivant :

La Terre demeure immobile au centre du Monde.

La sphère des étoiles fixes tourne autour de la Terre, accomplissant une rotation diurne à laquelle prennent part tous les autres corps célestes ; mais ceux-ci ont, en outre, des mouvements propres.

La Lune et le Soleil décrivent d'un mouvement uniforme des cercles dont la Terre occupe le centre.

Vénus et Mercure parcourent des épicycles qui ont pour centre le centre même du Soleil.

Mars, Jupiter et Saturne circulent sur des excentriques mobiles dont chacun a également le Soleil pour centre.

Qu'un tel système ait été, à un moment donné, proposé par quelque astronome grec, avons-nous un texte qui nous autorise

à l'affirmer ? Si l'on veut parler d'un texte explicite et formel, on doit, sans hésiter, répondre : non. Mais Théon de Smyrne, écho de l'enseignement d'Adraste d'Aphrodisias, présente des considérations [1] qu'il est malaisé de ne point prendre pour une transparente allusion à ce système.

Ces considérations débutent en rappelant, au sujet des mouvements de Vénus et de Mercure, l'hypothèse proposée par Héraclide du Pont.

« Il se peut qu'il n'y ait qu'une seule sphère creuse commune aux trois astres [le Soleil, Mercure et Vénus] et que les trois sphères solides, dans l'épaisseur de celle-là, n'aient qu'un seul et même centre ; la plus petite serait la sphère vraiment pleine du Soleil, autour de laquelle serait celle de Mercure ; viendrait après, entourant les deux autres, celle de Vénus qui remplirait toute l'épaisseur de la sphère creuse commune. C'est pour cela que ces trois astres sont laissés en arrière sur le zodiaque, ou exécutent un mouvement en longitude de sens contraire au mouvement diurne, qui est, [pour tous trois], de même vitesse, bien que leurs autres mouvements ne soient pas semblables. Ils paraissent toujours voisins, se dépassant et s'éclipsant mutuellement, Mercure s'éloignant au plus, de part et d'autre du Soleil, de vingt degrés au couchant et au levant, et Vénus de cinquante degrés au plus.

» On comprendra que cette position et cet ordre sont d'autant plus vrais que le Soleil, qui est extrêmement chaud, est le lieu d'où part l'animation du Monde, en tant qu'il est ordonné et vivant (ἵνα τοῦ Κόσμου, ὡς κόσμου καὶ ζῴου, τῆς ἐμψυχίας ᾖ τόπος οὗτος). Il est, pour ainsi dire, le cœur de l'Univers, à cause de son mouvement, de sa grandeur, *et de la marche commune des corps qui sont autour de lui* (καὶ τὴν συνοδίαν τῶν περὶ αὐτόν).

» Car, dans les choses animées, le centre de la chose animée, c'est-à-dire de l'être vivant en tant qu'être vivant, est autre que le centre du volume ; pour nous, par exemple, comme nous l'avons dit, autre est le centre qui nous anime, en tant que nous sommes hommes et êtres vivants, — ce centre est dans la région du cœur, qui est toujours en mouvement, qui est très chaud et qui, par cela même, est le principe de toute faculté de l'âme, de la faculté qui nous anime, de celle qui nous rend apte à nous mouvoir, du désir, de l'imagination, de la raison — autre est, en nous, le centre du volume, qui se trouve au voisinage du nombril.

1. THEONIS SMYRNÆI *Liber de Astronomia*, cap. XXXIII ; éd. Th. H. Martin, pp. 296-299 ; éd. J. Dupuis, pp. 300-303. — Cf. Sir THOMAS HEATH, *Aristarchus of Samos*, p. 262.

» De même, si l'on juge des choses les plus grandes et les plus dignes, des choses divines, par comparaison avec les choses petites, fortuites et mortelles, dans le Monde universel, le centre du volume sera au voisinage de la Terre qui est froide et immobile ; mais le centre d'animation du Monde, en tant qu'il est ordonné et vivant se trouvera auprès du Soleil, qui est, en quelque sorte, le centre de l'Univers, et d'où, dit-on, l'Ame du Monde tire son principe pour pénétrer dans le corps universel et s'étendre jusqu'aux extrémités. »

Comment le Soleil pourrait-il être appelé cœur de l'Univers si ce mouvement commun des corps qui l'entourent (συνοδία τῶν περὶ αὐτόν) se réduisait aux seules circulations de Vénus et de Mercure ? Ne faut-il pas que le plus grand nombre des astres errants tournent autour de lui, tandis qu'il tourne lui-même autour de la Terre, centre immobile de la sphère du Monde ?

Les paroles de Théon de Smyrne semblent donc garder, sous une forme imagée mais indécise, le souvenir à demi effacé d'un système astronomique analogue à celui que proposera Tycho Brahé.

Ce souvenir semble s'être conservé fort longtemps, car au commencement du v[e] siècle de notre ère, Ambroise Théodose Macrobe ne l'a pas entièrement oublié. Dans son *Commentaire* au *Songe de Scipion*, épisode célèbre que Cicéron avait inséré dans sa *République*, Macrobe s'arrête [1] à cette phrase du grand orateur : « Le Soleil est le chef et le prince des autres luminaires ; il en est le modérateur ; il est l'intelligence du Monde, et c'est lui qui le tempère ». Voici les réflexions que cette phrase lui suggère :

« Le Soleil est appelé le modérateur des autres astres parce que c'est lui qui contient dans les limites précises d'une certaine distance la marche directe (*cursus*) et la marche rétrograde (*recursus*) de ces astres. Il existe, en effet, pour chaque astre errant, une distance, définie avec précision, telle que l'étoile, lorsqu'elle est parvenue à cette distance du Soleil, semble tirée en arrière, comme s'il lui était défendu de passer outre ; inversement, lorsque sa marche rétrograde l'a conduite au contact d'un certain point, elle se trouve rappelée à la course directe qui lui est coutumière. Ainsi la force et le pouvoir du Soleil modèrent le mouvement des autres luminaires et le maintiennent dans une mesure fixée. »

On entend ici Macrobe étendre à tous les luminaires, c'est-à-dire

1. Theodosii Ambrosii Macrobii *Commentarius ex Cicerone in Somnium Scipionis*, lib. I, cap. XX.

aux cinq étoiles errantes, ce que le *Timée* disait[1] de la force antagoniste, de l'ἐναντία δύναμις par laquelle le Soleil retient dans son voisinage les deux astres de Vénus et de Mercure.

Il semble avéré par là que les astronomes dont Macrobe épouse les idées confusément aperçues ne donnaient pas à Mercure et à Vénus, dans le cortège des étoiles errantes, un rôle entièrement exceptionnel ; que le Soleil, à leur avis, devait se comporter à l'égard de Mars, de Jupiter et de Saturne à peu près comme il se comporte à l'égard de Mercure et de Vénus.

Or, d'autre part, Macrobe cite avec grande faveur[2] l'opinion d'astronomes auxquels il donne le nom d'Égyptiens, sans doute parce qu'ils avaient enseigné à Alexandrie ; ces Égyptiens admettaient l'hypothèse d'Héraclide du Pont ; ils faisaient circuler Vénus et Mercure autour du Soleil.

Dès lors, nous sommes portés à croire que ces astronomes prenaient également le Soleil pour centre des mouvements de Mars, de Jupiter et de Saturne.

Aussi, lorsque Macrobe nous dit[3] que « le Soleil est pour l'éther ce que le cœur est pour un animal, car la nature du cœur est d'être toujours en mouvement », nous ne pouvons nous empêcher de comparer son langage à celui de Théon de Smyrne. En ce langage, il est permis de reconnaître le souvenir lointain, confus, reproduit par un auteur peu compétent, d'un système astronomique où le Soleil, cœur du Monde, siège de l'Ame qui meut l'Univers, mû lui-même d'un mouvement incessant autour de la Terre, donnait l'impulsion aux cinq étoiles errantes et les contraignait de circuler autour de lui.

Voilà donc constitué un système astronomique fort semblable à celui qu'ont professé, au rapport de Ptolémée, « les géomètres et, en particulier, Apollonius ». Mais, en ce système que nous venons de décrire, ni les planètes qui décrivent des épicycles, ni celles qui circulent sur des excentriques mobiles, ne tournent autour d'un point purement abstrait ; les unes et les autres tournent autour d'un corps réel, et ce corps est le Soleil ; quant à la Lune et au Soleil, ils tournent autour d'un autre corps réel, la Terre ; l'une des exigences essentielles de la Physique péripatéticienne est respectée par cette théorie astronomique.

Plus tard, les astronomes se sont soustraits à cette exigence. Comment y furent-ils amenés ? Nous tenterons, dans un instant,

1. Voir Chapitre II, § VIII, p. 59.
2. Macrobii *Op. laud.*, lib. I, cap. XIX.
3. Macrobii *Op. laud.*, lib. I, cap. XX.

de formuler une conjecture à ce sujet. Mais c'est un fait indéniable qu'ils en vinrent à prendre pour centres des épicycles et des excentriques décrits par les diverses planètes non plus le centre même du Soleil, mais des points abstraits, pures conceptions de l'esprit. De l'époque où cette profonde transformation fut accomplie et des auteurs qui l'accomplirent, nous ne savons rien, si ce n'est que ceux-ci furent probablement pythagoriciens et que leur œuvre était achevée au temps d'Apollonius de Perge.

Mais en séparant du Soleil les centres des épicycles et des excentriques mobiles que les planètes décrivent, la théorie astronomique n'a pas effacé toute trace de ses origines héliocentriques ; certaines de ces traces se laissent encore relever.

En premier lieu, les centres des épicycles de Mercure et de Vénus, tout en devenant distincts du centre du Soleil, demeurent, avec ce dernier, sur une même droite issue de la Terre ; à la vérité, la simple observation des mouvements de Mercure et de Vénus, telle que les contemporains de Platon l'avaient déjà faite, suggérait si naturellement cette hypothèse que l'on n'y saurait voir un souvenir authentique de la théorie héliocentrique.

Plus caractéristique est l'hypothèse, que nous retrouvons jusque dans le système de Ptolémée, selon laquelle les centres des excentriques mobiles de Mars, de Jupiter et de Saturne doivent accomplir leurs révolutions autour de la Terre exactement en un an.

Nous savons que la durée τ de cette circulation est liée à la durée ζ de révolution zodiacale et à la durée σ de révolution synodique par l'égalité (1) ; entre ces deux durées ζ et σ, existe donc la relation

$$(3) \qquad \frac{1}{A} = \frac{1}{\zeta} + \frac{1}{\sigma},$$

où A est la durée de l'année.

Cette égalité entre l'année et la durée de révolution du centre de l'excentrique mobile autour de la Terre était immédiatement évidente lorsque le centre de l'excentrique mobile n'était autre que le centre du Soleil ; mais on n'entrevoit guère comment la relation (3) eût pu être découverte si elle ne se fût introduite comme conséquence de l'hypothèse héliocentrique.

En fait, cette remarquable relation entre la durée de révolution zodiacale et la durée de révolution synodique de Mars, de Jupiter et de Saturne est certainement demeurée inconnue des astronomes antérieurs à Héraclide du Pont. Simplicius nous fait connaître,

nous l'avons vu [1], les valeurs qu'Eudoxe attribuait à ces deux révolutions ; si l'on calcule alors, par la formule (1), les valeurs qui en résultent pour la durée τ, on ne trouve pas 365 jours, mais les nombres de jours suivants :

Planètes	ζ	σ	τ
Mars	2 ans	260 jours	192 jours
Jupiter.	12 »	390 »	335 »
Saturne	29 »	390 »	376 »

Il est clair qu'Eudoxe n'avait aucune idée de la relation qui, à la durée de l'année, lie la durée de révolution zodiacale et la durée de révolution synodique des trois planètes supérieures.

A Ptolémée, au contraire, la vérité de cette relation semble d'une telle évidence qu'aucune démonstration, aucune vérification, aucune explication n'est requise pour qu'elle soit admise ; l'auteur de la *Syntaxe* se contente de cette affirmation [2] : « Car, pour les trois astres moins rapides que le Soleil, le nombre des révolutions de celui-ci, pendant le temps qu'ils emploient chacun à leur période, est égal à la somme des révolutions de l'astre en longitude et de ses retours d'anomalie [3]. — Ἐπειδήπερ ἐπὶ τῶν ἀεὶ περικαταλαμβανομένων ὑπὸ τοῦ ἡλίου γ̄ ἀστέρων τοσούτους ἀεὶ κύκλους ὁ ἥλιος διαπορεύεται ἐν τῷ ἀποκαταστατικῷ καθ' ἕκαστον χρόνῳ, ὅσαι εἰσὶν ἅμα αἵ τε κατὰ τὸ μῆκος περιδρομαὶ τοῦ ἀστέρος καὶ αἱ τῆς ἀνωμαλίας ἀποκαταστάσεις συντεθεῖσαι ».

Inconnue au temps d'Eudoxe, la loi qui, à la durée de l'année, relie les durées de révolutions zodiacale et synodique de chacune des planètes supérieures est devenue, au temps de Ptolémée, une

1. Voir Chapitre III, p. 116 et p. 121.

2. Claude Ptolémée, *Op. laud.*, livre IX, ch. III ; éd. Halma, t. II, p. 122 ; éd. Heiberg, vol. II, p. 214.

3. Voici comment il faut comprendre cet énoncé. Si, pendant N périodes du mouvement solaire, le centre de l'épicycle a parcouru n fois le déférent et la planète ν fois l'épicycle, on a :

$$(\alpha) \qquad N = n + \nu.$$

On a, d'ailleurs,

$$n = \frac{NA}{\zeta}, \qquad \nu = \frac{NA}{\sigma},$$

en sorte que l'égalité (α) est identique à la relation (3).

sorte d'axiome évident. Quelle cause a pu, dans cet intervalle de temps, produire un semblable changement ? On n'en aperçoit pas d'autre que l'intervention de l'hypothèse héliocentrique.

Il est donc tentant, et Paul Tannery [1] et le R. P. Thirion [2] semblent nous y inviter, de regarder la relation

$$\frac{1}{A} = \frac{1}{\zeta} + \frac{1}{\sigma},$$

relative aux planètes supérieures, comme un apport de l'hypothèse héliocentrique et comme une preuve que la théorie des excentriques et des épicycles a dérivé de cette hypothèse.

Prenons comme acquise la thèse si savamment soutenue par Paul Tannery et par G. Schiaparelli ; admettons qu'à une certaine époque, les astronomes aient placé, dans la Terre immobile, le centre des mouvements propres de la Lune et du Soleil, et qu'ils aient fait circuler les cinq planètes autour du Soleil. Peut-on deviner la cause pour laquelle ils ont renoncé à ce système si propre à satisfaire à la fois aux préceptes de la Physique et aux exigences de l'Astronomie ? Peut-on soupçonner la raison qui les a engagés à faire tourner épicycles et excentriques autour de centres purement abstraits, de points où ne se trouve aucun corps céleste ?

Qu'il nous soit permis d'émettre, à cet égard, une conjecture.

La cause qui a obligé les astronomes à renoncer aux épicycles et aux excentriques héliocentriques pour adopter des épicycles et des excentriques à centres purement géométriques pourrait bien être le désir d'expliquer l'inégalité des saisons.

Nous avons vu [3] combien la marche irrégulière du Soleil, découverte par Thalès, confirmée par les déterminations d'Euctémon, avait, dès le temps de Calippe, préoccupé les astronomes. Nous avons vu également [4] que la théorie héliocentrique d'Aristarque de Samos n'avait rien donné qui fût capable de sauver cette anomalie ; en effet, au rapport très précis d'Archimède, cette théorie faisait décrire à la Terre, d'un mouvement uniforme, un cercle dont le centre coïncidait avec celui du Soleil. Lorsque se produisit la transposition admise par Paul Tannery et par G. Schiaparelli, lorsqu'on rendit l'immobilité à la Terre tout en conservant aux divers corps célestes les mêmes mouvements relatifs qu'en la

1. Paul Tannery, *Op. laud.*, ch. XIV, art. 6, pp. 648-650.
2. J. Thirion, S. J., *L'évolution de l'Astronomie chez les Grecs*, Paris, 1901, pp. 232-233.
3. Voir Ch. III, pp. 107-109.
4. Voir Ch. VII, p. 430.

théorie d'Aristarque, on dut attribuer au Soleil un mouvement uniforme sur un cercle dont la Terre était le centre. Il se trouva donc que l'inégalité des saisons demeurait inexpliquée.

L'impérieux besoin de sauver cette inégalité dut conduire les astronomes, comme nous l'avons expliqué au § I, à déplacer le centre du cercle parcouru par le Soleil, à faire décrire à cet astre un cercle fixe excentrique à la Terre.

Mais en admettant cette hypothèse afin que le mouvement irrégulier du Soleil fût sauvé, les astronomes durent être animés du désir de conserver, autant que possible, le système déjà construit, et qui semblait propre à rendre compte des anomalies des planètes.

L'accomplissement de ce désir leur fut rendu facile lorsque les géomètres démontrèrent qu'au lieu de faire marcher le Soleil sur un cercle excentrique à la Terre, on pouvait lui faire parcourir un cercle épicycle dont le centre décrivît, à son tour, un cercle concentrique à la Terre. Une légère modification du système astronomique adopté jusqu'alors permit d'y insérer un mécanisme capable d'expliquer l'inégalité des saisons. Voici la théorie que l'on obtint :

Sur un cercle dont la Terre est le centre, circule, d'Occident en Orient, et avec une vitesse invariable, un point purement abstrait.

Ce point sert de centre à trois épicycles. Le plus petit de ces épicycles est parcouru d'un mouvement uniforme par le Soleil ; l'épicycle suivant est décrit par Mercure ; le plus grand est décrit par Vénus.

Ce même point est le centre de trois excentriques mobiles qui sont les trajectoires de Mars, de Jupiter et de Saturne.

Telle aurait été, selon la conjecture que nous développons ici, la seconde forme prise par la théorie des épicycles et des excentriques mobiles.

Avons-nous des preuves positives que la doctrine astronomique ait, à une certaine époque, revêtu cette forme ?

Deux textes fondamentaux reproduisent une partie essentielle du système que nous venons de définir.

Le premier de ces textes est de Chalcidius[1], et nous l'avons déjà cité au Chapitre précédent[2] ; le voici : « Héraclide du Pont, en attribuant un épicycle à Lucifer (Vénus) et un autre au Soleil,

1. Theonis Smyrnæi Platonici *Liber de Astronomia... Accedit etiam* Chalcidii *locus ex Adrasto vel Theone expressus*. Edidit Th. H. Martin, Parisiis, 1849, pp. 419-428. — Chalcidii *Commentarius in Timæum Platonis*, CIX, CX, CXI *(Fragmenta philosophorum græcorum*. Collegit F. A. G. Mullachius ; vol. II, pp. 206-207 ; Parisiis, Ambrosius Firmin-Didot, 1867).

2. Voir p. 408.

et en donnant à ces deux cercles épicycles un même centre, a démontré que Lucifer devait se trouver tantôt au-dessus du Soleil et tantôt au-dessous ».

Il est peu probable, nous l'avons dit, qu'Héraclide ait donné un épicycle au Soleil. Chalcidius lui attribue sans doute une hypothèse qui fut proposée plus tard, à l'époque où se constitua la théorie astronomique que nous venons de décrire.

Th. H. Martin pensait que Chalcidius s'était inspiré, en ce qu'il dit du mouvement du Soleil et de Vénus, de quelque ouvrage, aujourd'hui perdu, d'Adraste d'Aphrodisias ou de Théon de Smyrne. En effet, Théon de Smyrne, dans son *Livre d'Astronomie*, expose une doctrine toute semblable qu'il emprunte, d'ailleurs, à son maître Adraste d'Aphrodisias.

Théon admet que chaque planète décrit un cercle épicycle dont le centre parcourt un cercle déférent concentrique au Monde. Désireux de réaliser matériellement un tel mécanisme, il suppose[1] que la planète est enchâssée dans une sphère pleine, et que celle-ci, à son tour, se trouve comprise dans l'épaisseur d'un globe creux limité par deux surfaces sphériques concentriques au Monde. Le globe creux, tournant autour de l'axe de l'écliptique, fait décrire au centre de la sphère pleine un cercle déférent concentrique au Monde ; par une rotation sur elle-même, la sphère pleine oblige la planète à parcourir un cercle épicycle.

« En ce qui concerne le Soleil, Vénus et Mercure, poursuit Théon[2], on peut admettre que chacun de ces astres ait deux sphères propres ; que les sphères creuses des trois astres, tournant avec la même vitesse, parcourent, en un même temps, la sphère entière des étoiles fixes, la rotation des trois premières sphères étant, d'ailleurs, de sens contraire à la rotation de la dernière ; que les trois sphères pleines aient sans cesse leurs centres sur la même droite [issue du centre de la Terre] ; que, de ces trois sphères solides, la plus petite soit celle du Soleil ; que la sphère de Mercure soit plus grande que la sphère du Soleil, et la sphère de Vénus plus grande que la sphère de Mercure.

» Mais il peut se faire également qu'il existe un seul globe creux commun aux trois astres, et que leurs trois sphères pleines, contenues dans l'épaisseur du globe creux, aient un seul et même centre ; de ces sphères, la plus petite, la seule qui soit vraiment pleine,

1. Theonis Smyrnæi *Liber de Astronomia*, cap. XXXII; éd. Th. H. Martin, pp. 282-283. — Théon de Smyrne, *Exposition des connaissances mathématiques...*, éd. J. Dupuis, *Astronomie*, ch. XXXII, pp. 294-295.

2. Theonis Smyrnæi *Liber de Astronomia*, cap. XXXIII; éd. Th. H. Martin, pp. 294-296; éd. J. Dupuis, pp. 300-301.

serait celle du Soleil ; la sphère de Mercure envelopperait celle-là ; enfin, la sphère de Vénus les engloberait toutes deux et occuperait toute l'épaisseur du globe creux qui leur est commun. »

Après cette description, Théon montre comment un semblable mécanisme rend compte des mouvements apparents de Vénus et de Mercure.

De la théorie astronomique dont nous avons conjecturé l'existence à une époque antérieure à Hipparque, les textes que nous venons de citer ne reproduisent qu'une partie ; au Soleil, à Mercure, à Vénus, ces textes attribuent les mouvements que nous avons définis ; mais ni Théon de Smyrne, ni Chalcidius ne font parcourir à Mars, à Jupiter, à Saturne des excentriques mobiles dont le centre soit le même que le centre des épicycles du Soleil, de Mercure et de Vénus. Il n'en faudrait pas conclure, cependant, que ces mouvements n'aient jamais été attribués aux trois planètes supérieures.

Adraste d'Aphrodisias, en effet, qui, en cette circonstance, fut très vraisemblablement l'inspirateur de Théon de Smyrne et de Chalcidius, écrivait après Hipparque. Théon, d'après l'enseignement d'Adraste, nous apprend [1] qu'Hipparque préférait le mouvement suivant des épicycles au mouvement suivant des excentriques ; mais Adraste renchérissait sur cette opinion ; il reprochait à Hipparque de n'avoir pas, faute de connaissances suffisantes en Physique, rejeté avec assez de rigueur l'hypothèse des excentriques, pour garder exclusivement l'hypothèse des épicycles, seule conforme à la nature des choses.

De la doctrine astronomique dont nous avons donné la description, ni Adraste, ni son disciple Théon de Smyrne ne pouvaient, dès lors, conserver la partie qui fait mouvoir les planètes supérieures sur des excentriques mobiles ; l'absence, en leurs écrits, d'allusion à ce chapitre de la théorie ne saurait être un motif suffisant de révoquer en doute l'existence de ce chapitre.

Il est donc légitime d'admettre qu'à une époque antérieure à Hipparque, la théorie astronomique prit la forme que nous avons définie ; un point purement abstrait, décrivant d'un mouvement uniforme un cercle dont la Terre occupait le centre, servit de centre commun aux épicycles du Soleil, de Mercure et de Vénus, aux excentriques mobiles de Mars, de Jupiter et de Saturne.

Un tel système avait commencé de se soustraire aux exigences des physiciens ; la plupart des circulations célestes ne se faisaient

1. Theonis Smyrnæi *Liber de Astronomia*, cap. XXXIV ; éd. Th. H. Martin, pp. 300-303 ; éd. J. Dupuis, pp. 304-305.

plus autour d'un corps concret, mais autour d'un point géométrique, d'une abstraction. Dès là que ce centre perdait la réalité, qu'il ne s'incarnait plus dans une masse telle que le Soleil, rien ne le contraignait à demeurer unique. Si les géomètres trouvaient commode d'attribuer aux excentriques mobiles ou aux épicycles des diverses planètes des centres différents, aucune entrave ne s'opposait au jeu de leur fantaisie. Ils usèrent de cette liberté, et le système des épicycles et des excentriques parvint ainsi à la forme qu'il présentait, sans doute, au temps d'Apollonius de Perge.

Les astronomes grecs seraient donc, si toutes ces conjectures sont fondées, partis du système héliocentrique d'Aristarque de Samos, sorte d'ébauche du futur système de Copernic.

En fixant la Terre, ils auraient obtenu un système qui fût à celui d'Aristarque de Samos ce que la théorie de Tycho Brahé est à la théorie de Copernic.

La nécessité d'expliquer la marche irrégulière du Soleil aurait fait attribuer à un centre purement géométrique le rôle que jouait le Soleil dans le second système ; le Soleil aurait été réduit à décrire un épicycle autour de ce centre abstrait.

Enfin ce centre se serait, pour ainsi dire, éparpillé dans l'espace ; à chaque astre errant, on aurait fait correspondre un point mû uniformément sur un déférent concentrique à la Terre ; autour de ce point, l'astre aurait décrit soit un épicycle, soit un excentrique mobile. Cet état de la théorie astronomique est celui qu'auraient connu Apollonius de Perge et les géomètres de son temps.

Nous avons pris soin de marquer tout ce qu'il y a de douteux dans cette reconstitution des doctrines astronomiques des Grecs avant le temps d'Hipparque. Ce que nous venons d'exposer n'est, en très grande partie, qu'une hypothèse ; mais cette hypothèse sauve trop bien les quelques renseignements précis que les textes nous ont conservés pour qu'il soit permis de la passer sous silence.

IV

HIPPARQUE

La théorie des excentriques et des épicycles, ébauchée par les géomètres et, en particulier, par Apollonius de Perge, allait être complétée et précisée par Hipparque.

Hipparque fit d'importantes observations astronomiques à Rhodes, en 128 et en 127 avant J.-C. ; ce renseignement nous apprend

que sa vie, dont nous savons fort peu de choses, appartient à la seconde moitié du second siècle avant notre ère.

Il est très malaisé de reconstituer l'œuvre astronomique d'Hipparque.

Il avait composé, sur divers points de la Science, de nombreux opuscules dont, parfois, nous connaissons les titres ; mais tous ces opuscules sont aujourd'hui perdus, sauf un *Commentaire aux phénomènes d'Aratus* ; ce dernier était, malheureusement, parmi les écrits du grand astronome, l'un des moins originaux et des moins intéressants.

Lors donc que nous voulons connaître ce qu'enseignait l'Astronome bithynien, nous en sommes réduits à demander des renseignements à ceux qui sont venus après lui ; les renseignements que nous obtenons ainsi ne sont ni nombreux, ni parfaitement précis et concordants.

Adraste d'Aphrodisias donne quelques indications que son disciple Théon de Smyrne nous transmet. Pline l'Ancien, au second livre de son *Histoire naturelle*, parle de l'œuvre d'Hipparque avec plus d'admiration que de compétence. Ptolémée, dans l'*Almageste*, fait, à cette œuvre, de nombreux emprunts et de nombreuses allusions ; mais, dans son exposé, il n'est pas toujours aisé de distinguer ce qui est son apport personnel de ce qui vient de son prédécesseur.

Dans bien des cas, donc, il n'est pas possible de délimiter avec une entière certitude les conquêtes qu'Hipparque a fait faire à l'Astronomie. La grande découverte de la précession des équinoxes, dont nous parlerons dans un prochain chapitre, est celle dont l'histoire se laisse retracer avec le plus d'exactitude. Les points douteux abondent, au contraire, dans l'inventaire des progrès accomplis par le Bithynien au sujet des théories des astres errants.

Le fait que l'hypothèse de l'épicycle et l'hypothèse de l'excentrique sont également propres à sauver les mouvements apparents des astres errants paraît avoir très vivement attiré l'attention d'Hipparque ; Théon de Smyrne, répétant l'enseignement d'Adraste, nous dit [1] : « Hipparque déclare digne de l'attention du mathématicien la recherche de la cause pour laquelle des hypothèses aussi différentes entre elles que le sont, d'une part, les hypothèses qui usent de cercles excentriques, d'autre part,

1. THEONIS SMYRNÆI *Liber de Astronomia*, cap. XXVI ; éd. Th. H. Martin, pp. 244-245 ; éd. J. Dupuis, ch. XXVI *ter*, pp. 268-269. — Cf. : cap. XXXII ; éd. Th. H. Martin, pp. 292-293 ; éd. J. Dupuis, pp. 298-299.

celles qui emploient des cercles concentriques et des épicycles, semblent produire les mêmes effets ».

Adraste ajoutait, si nous en croyons Théon de Smyrne[1] : « Hipparque loue particulièrement l'hypothèse de l'épicycle, comme étant celle qui lui est propre ; il déclare qu'il est plus croyable que tous les corps célestes se trouvent également situés de tous côtés par rapport au centre du Monde, et qu'ils soient tous unis à ce centre d'une manière semblable ».

Ces propos d'Adraste nous font-ils connaître avec une entière fidélité la pensée d'Hipparque ? Il est permis, sur ce point, d'éprouver quelque hésitation. La lecture de Ptolémée nous montrerait plutôt l'illustre Bithynien sous les traits d'un géomètre scrupuleux qui a souci de tenir la balance parfaitement égale entre les deux hypothèses équivalentes.

Au début de sa théorie du Soleil, Ptolémée démontre[2] en grand détail que l'on obtiendra exactement la même valeur de l'anomalie soit qu'on suive l'hypothèse de l'épicycle, soit qu'on adopte l'hypothèse de l'excentrique ; or, bien qu'il ne le dise pas formellement, il semble emprunter toute cette démonstration à Hipparque.

Lorsque Ptolémée se propose de déterminer la loi et la grandeur de l'anomalie de la Lune, il écrit[3] : « Nous suivrons, pour cette démonstration, la méthode dont nous voyons qu'Hipparque s'est servi.... Nous pourrions également expliquer la première inégalité soit par l'épicycle, soit par l'excentrique, mais comme nous avons deux inégalités, nous jugeons plus convenable d'employer l'une des hypothèses pour la première inégalité et l'autre pour la seconde ».

Hipparque, qui connaissait seulement la première des deux inégalités lunaires considérées par Ptolémée, savait qu'on la peut également sauver soit par l'hypothèse de l'épicycle, soit par l'hypothèse de l'excentrique mobile ; il le savait si bien, qu'il a abordé la théorie de la Lune à la fois par ces deux méthodes ; il a donné une détermination de l'anomalie fondée sur l'emploi de l'excentrique et une autre détermination fondée sur l'emploi de l'épicycle ; malheureusement, pour construire ces deux théories

1. THEONIS SMYRNÆI *Liber de Astronomia*, cap. XXXIV ; éd. Th. H. Martin, pp. 300-301 ; éd. J. Dupuis, pp. 304-305.

2. *Composition mathématique de* CLAUDE PTOLÉMÉE .. traduite par M. l'abbé Halma ; livre III, ch. III, t. I, pp. 170-183, Paris, 1813. — CLAUDII PTOLEMÆI *Opera quæ exstant omnia. Syntaxis mathematica*. Edidit J.-L. Heiberg. Volumen I, Lipsiæ, MDCCCLXXXXVIII, Γ', γ', pp. 216-232.

3. CLAUDE PTOLÉMÉE, *Op. laud.*, livre IV, ch. IV ; éd. Halma, t. I, pp. 238-239 ; éd. Heiberg, vol. I, Δ', ε' pp. 294-295.

de la Lune, il s'était servi d'observations d'éclipses qui n'étaient pas les mêmes dans les deux cas et qui, les unes et les autres, étaient entachées d'erreurs ; les deux théories obtenues ne présentaient pas entre elles l'équivalence absolue qui se fût manifestée si elles eussent été toutes deux exactes.

« Après ces démonstrations, dit Ptolémée[1], quelqu'un demandera pour quelles raisons les éclipses employées par Hipparque dans le calcul de l'anomalie ne donnent pas le même résultat que celui que nous avons trouvé, et pourquoi le rapport déterminé dans l'hypothèse de l'excentrique ne s'accorde pas avec le rapport déterminé dans l'hypothèse de l'épicycle.... Cette erreur ne provient pas de la différence des hypothèses comme quelques personnes se l'imaginent, puisque nous avons évidemment montré que l'on obtient les mêmes résultats par l'une et par l'autre hypothèses, pourvu, toutefois, que l'on parte des mêmes phénomènes, au lieu de prendre pour bases des calculs des phénomènes différents, comme l'a fait Hipparque. »

S'il nous est permis, au travers de la pensée de Ptolémée, de deviner la pensée d'Hipparque, celle-ci nous apparaîtra comme constamment attentive à l'équivalence des deux sortes d'hypothèses astronomiques, comme constamment soucieuse de ne point faire entre elles un choix que la Géométrie n'impose pas. Par là, l'Astronome bithynien nous semblera préoccupé des mêmes principes qu'Apollonius de Perge.

Apollonius de Perge et les mathématiciens de son temps s'étaient-ils bornés à établir les propositions géométriques qui régissent l'emploi des épicycles et des excentriques? Avaient-ils poussé plus loin et s'étaient-ils efforcés, pour les divers astres, de déterminer les grandeurs relatives et les dispositions de ces divers cercles hypothétiques, de telle sorte que, par leur emploi, les diverses apparences célestes se trouvassent sauvées non seulement d'une manière qualitative, mais encore jusqu'aux concordances numériques précises? Nous n'en savons rien.

Nous savons, en revanche, qu'Hipparque avait abordé la seconde partie, la partie proprement astronomique de cette tâche. Pour le Soleil, il l'avait menée si avant que Ptolémée n'eut qu'à recueillir les déterminations de son prédécesseur. Pour la Lune, il était, du moins, parvenu à définir la méthode que devait suivre l'auteur de l'*Almageste*.

3. CLAUDE PTOLÉMÉE, *Op. laud.*, livre IV, ch. X; éd. Halma, t. I, pp. 274-275 ; éd. Heiberg, vol. I, Δ', ια', pp. 338-339.

Au début de sa théorie du Soleil, Ptolémée écrit ces lignes [1] :

« Il s'agit, d'abord, de trouver le rapport d'excentricité du cercle solaire, c'est-à-dire le rapport qu'a, au rayon de l'excentrique, la distance entre le centre du cercle excentrique et le point où se trouve l'œil de l'observateur, c'est-à-dire le centre de l'écliptique ; il s'agit aussi et surtout de déterminer quel est, sur le cercle excentrique, le point le plus éloigné de la Terre ; ce sont questions qui ont été résolues avec sagacité par Hipparque.

» Après avoir posé en principe, en effet, que le temps qui s'écoule depuis l'équinoxe du printemps jusqu'au solstice d'été est de 94 jours et demi, et que l'intervalle du solstice d'été à l'équinoxe d'automne est de 92 jours et demi ; à l'aide de ces seules apparences, il démontre que la distance entre les susdits centres est à peu près la vingt-quatrième partie du rayon de l'excentrique et que l'apogée précède le solstice d'été d'environ 24 degrés et demi, l'écliptique contenant 360 de ces degrés. »

Détermination de l'excentricité, détermination du lieu de l'apogée, tels sont les deux résultats essentiels qu'Hipparque a obtenus dans la théorie du Soleil ; à ces déterminations, rien n'a été changé par Ptolémée, qui n'a fait que les confirmer ; « nous trouvons ainsi, dit-il en terminant ses propres calculs [2], des résultats conformes aux assertions d'Hipparque ».

Il est assez malaisé, en lisant la théorie de la Lune de Ptolémée, de préciser exactement quelle était la doctrine d'Hipparque à ce sujet ; nous voyons clairement, cependant, que le Bithynien cherchait à sauver les apparences lunaires soit en faisant mouvoir la Lune sur un cercle épicycle dont le centre décrive un déférent concentrique à la Terre, soit en faisant circuler la Lune sur un excentrique mobile dont le centre décrive un cercle autour de la Terre ; il a, nous l'avons dit, employé successivement ces deux formes de l'orbite lunaire, et il a cherché, par des observations d'éclipses, à en déterminer les éléments ; les erreurs dont ces observations étaient entachées ne lui ont pas permis de mettre d'accord les deux procédés équivalents dont il a fait usage.

Hipparque connaissait, cela va de soi, le mouvement de la ligne des nœuds dont Eudoxe avait déjà, si heureusement, donné la représentation. Bien que Ptolémée ne nous fournisse aucun renseignement à cet égard, nous devons croire qu'Hipparque avait purement et simplement adopté cette représentation ; en même temps

1. Claude Ptolémée, *Op. laud.*, livre III, ch. IV ; éd. Halma, p. 184 ; éd. Heiberg, vol. I, Γ', δ', pp. 232-233.
2. Claude Ptolémée, *loc cit.* ; éd. Halma, p. 188 ; éd. Heiberg, p. 238.

que la Lune se meut ainsi qu'il vient d'être dit, les divers cercles qui règlent son mouvement sont emportés par une rotation d'ensemble autour de l'axe du Monde.

Quelle fut l'œuvre d'Hipparque dans la théorie des planètes ? Voici en quels termes Ptolémée nous la décrit[1] :

« J'estime qu'Hipparque s'est montré très fidèle ami de la vérité en toutes choses, mais particulièrement en ceci : Comme il n'avait pas reçu de ses prédécesseurs autant de bonnes observations qu'il nous en a laissé, il a recherché quelles hypothèses il fallait admettre pour le Soleil et pour la Lune, et il a démontré que tout le mécanisme de ces hypothèses était constitué par des mouvements circulaires et uniformes ; mais cette tâche accomplie, nous voyons, par les mémoires qu'il nous a laissés, qu'il n'a même pas entrepris les premières recherches sur les hypothèses propres aux cinq planètes ; il a seulement classé dans un ordre plus commode les observations dont ces astres avaient été l'objet ; il a montré, en outre, par ces observations, que les apparences ne s'accordaient pas avec les hypothèses adoptées par les mathématiciens de son temps.

» Il lui paraissait, en effet, nécessaire de déclarer que chacun de ces astres subit, en son mouvement, une double anomalie ; que, pour chacun d'eux, les arcs de rétrogradation sont inégaux entre eux, et cela d'une fort grande quantité ; tandis que les autres mathématiciens, par la démonstration qu'ils donnaient à l'aide de figures géométriques, trouvaient une seule et même anomalie, un seul et même arc de rétrogradation ; mais il ne pensait pas que cette seule déclaration fût suffisante. Il ne croyait pas non plus qu'il suffît d'affirmer que toutes ces apparences résultent de la composition de mouvements sur des cercles excentriques, ou bien sur des cercles concentriques au zodiaque, mais porteurs d'épicycles, ou bien, par Jupiter, qu'elles résultent de la combinaison de ces deux sortes d'hypothèses, l'anomalie zodiacale étant d'une certaine grandeur et l'anomalie solaire d'une autre grandeur. C'est à de semblables suppositions que se sont à peu près appliqués ceux qui ont voulu démontrer la vérité du mouvement circulaire et uniforme à l'aide d'une table dite perpétuelle ; mais ils ont procédé d'une manière erronée et sans preuves suffisantes ; les uns n'ont aucunement poursuivi l'objet proposé à leurs recherches ; les autres ne l'ont poursuivi que jusqu'à un certain point peu éloigné.

1. Claude Ptolémée, *Op. laud.*, livre IX, ch. II ; éd. Halma, t. II, pp. 118-119. (La traduction de l'abbé Halma dit parfois, en ce passage, tout le contraire du texte). éd. Heiberg, vol. II, θ', β', pp. 210-211.

» Hipparque pensait, au contraire, que lorsqu'on s'est avancé, à l'aide des seules connaissances mathématiques, jusqu'à ce degré d'exactitude et de connaissance de la vérité, il ne suffit pas de s'en tenir à ces résultats, comme les autres l'ont tous fait ; celui qui se propose de se convaincre soi-même et de convaincre ceux qui l'entourent doit nécessairement, croyait-il, à partir de phénomènes évidents et universellement reconnus, déduire la grandeur et les périodes de chacune des anomalies ; combinant alors deux choses, la disposition relative et la position dans le ciel des cercles qui engendrent ces anomalies, il doit découvrir la loi des mouvements qui se font sur ces cercles ; il doit, enfin, montrer que les autres apparences s'adaptent aux lois propres de mouvement qui ont été, par hypothèse, attribuées à ces cercles.

» A Hipparque lui-même, une semblable tâche a semblé, je crois, extrêmement difficile. »

Que ce texte retienne un moment notre attention ; les renseignements qu'il nous apporte le méritent.

Les mathématiciens antérieurs à Hipparque, Apollonius de Perge par exemple, avaient construit une théorie géométrique des planètes ; cette théorie consistait, nous l'avons vu, soit à faire mouvoir chaque planète sur un épicycle dont le centre décrit un cercle concentrique au Monde, soit à la faire circuler sur un excentrique dont le centre tourne autour de la Terre. Cette théorie était insuffisante à sauver les mouvements apparents des astres errants, et ce que nous dit Ptolémée nous montre qu'on s'en était aperçu avant le temps d'Hipparque.

En particulier, la construction géométrique qu'Apollonius a imaginée et que Ptolémée nous a fait connaître détermine la grandeur de l'arc d'écliptique qu'une planète donnée parcourt d'un mouvement rétrograde ; cet arc a toujours la même grandeur, quel que soit le point du zodiaque à partir duquel la planète commence à rétrograder. Or cette dernière proposition est démentie par les observations ; l'arc de rétrogradation a des grandeurs très différentes selon que la marche rétrograde de la planète se produit dans une région du zodiaque ou dans une autre.

En dépit de ces contradictions, les géomètres ne voulurent pas renoncer au principe pythagoricien et platonicien selon lequel toutes les anomalies des astres errants doivent être sauvées par des combinaisons de mouvements circulaires et uniformes. Mais, selon l'indication sommaire de Ptolémée, ils songèrent à construire la théorie des planètes en combinant en une seule deux des hypothèses admises par Apollonius, l'hypothèse de l'excen-

trique fixe, qui avait permis de sauver la marche apparente du Soleil, et l'hypothèse de l'épicycle dont le centre décrit un cercle concentrique au Monde.

Nous devons évidemment conclure de là que ces mathématiciens firent circuler uniformément chaque planète sur un épicycle et qu'ils firent décrire uniformément, au centre de cet épicycle, un cercle excentrique au Monde. Le cours de la planète se trouve ainsi affecté de deux anomalies. L'une, l'*anomalie zodiacale*, naît de ce fait que le cercle uniformément décrit par le centre de l'épicycle n'a pas pour centre le centre du Monde ; la projection du centre de l'épicycle sur l'écliptique ne décrit donc pas cette écliptique avec une vitesse invariable. L'autre, l'*anomalie solaire*, est engendrée par la circulation de la planète sur l'épicycle.

Si l'on veut prouver que ces combinaisons de mouvements circulaires et uniformes sont propres à sauver les inégalités du mouvement planétaire, il ne suffit évidemment pas de développer les considérations géométriques purement qualitatives que nous venons d'indiquer; il faut encore déterminer numériquement les éléments du mouvement attribué à chaque planète, puis construire des tables qui annoncent, pour un temps de très longue durée, les apparences que présentera cette planète, enfin constater que les prédictions de ces tables sont exactement vérifiées par les observations. Or cette œuvre avait été à peine entreprise par les astronomes qui ont précédé Hipparque, et c'est à l'accomplissement de cette tâche que le Bithynien paraît s'être particulièrement attaché.

Par quelle méthode il entendait qu'elle fût menée à bien, Ptolémée nous le dit avec beaucoup de précision.

Hipparque voulait d'abord que l'on recueillît des observations très certaines d'apparences très manifestes et que, par la discussion de ces observations, on établît ce que nous nommerions aujourd'hui certaines *lois expérimentales* du cours de la planète, qu'on distinguât les diverses anomalies, qu'on déterminât la grandeur que chacune d'elle peut atteindre, qu'on fixât la période dont elle dépend.

Ces lois expérimentales une fois reconnues, l'astronome doit prendre la combinaison de mouvements circulaires par laquelle il est possible, selon le géomètre, de sauver de telles apparences. Cette combinaison dépend d'un certain nombre d'éléments encore indéterminés, tels que la grandeur relative et la position relative des divers cercles, la vitesse angulaire de la circulation qui s'accomplit sur chacun d'eux. A l'aide des lois d'expérience que la discussion des observations lui a fournies, ou de quelques-unes

de ces lois, l'astronome doit fixer les valeurs de ces divers éléments, de telle sorte qu'il ne demeure plus rien d'arbitraire dans le système de mouvements circulaires et uniformes hypothétiquement attribué à la planète.

L'astronome doit enfin montrer que les conséquences déduites, à l'aide de la géométrie et du calcul, de cet assemblage de mouvements circulaires et uniformes, s'accordent avec toutes celles des apparences observées qui n'ont pas été déjà employées pour fixer les éléments laissés arbitraires par les spéculations du géomètre.

Tel est le programme selon lequel devait être, au gré de l'Astronome bithynien, construite la théorie des astres errants.

Ce programme, il l'a scrupuleusement suivi lorsqu'il a composé sa théorie du Soleil. Les observations lui ont fourni une évaluation exacte de la durée de l'année, de la durée du printemps et de la durée de l'été. Admettant que le Soleil parcourait un excentrique fixe, ces observations lui ont servi à déterminer les deux éléments que cette hypothèse laissait arbitraires, la position de l'apogée et la valeur de l'excentricité. Une fois ces deux éléments fixés, le cours hypothétique du Soleil s'est trouvé entièrement connu ; Hipparque a pu construire alors des tables qui fissent prévoir, pour chaque instant, la position du Soleil et qui, par leur accord constant avec les observations, confirmassent la théorie.

Ce qu'Hipparque avait si bien fait pour le Soleil, il tenta, mais avec moins de succès, nous l'avons vu, de l'accomplir pour la Lune.

Quant à la théorie des planètes, Hipparque, au rapport de Ptolémée, s'était arrêté à la première partie du programme qu'il s'était tracé ; il s'était contenté de réunir les observations de ses prédécesseurs et les siennes, et de les disposer de telle manière qu'il fût aisé de les discuter et d'en tirer les lois expérimentales des diverses anomalies.

V

D'HIPPARQUE A PTOLÉMÉE. — L'ORDRE DES PLANÈTES. LA DÉTERMINATION DE LEURS ABSIDES

Ptolémée nous affirme qu'Hipparque n'avait pas été plus loin dans la constitution de la théorie des planètes ; il nous est difficile de révoquer en doute cette affirmation ; Ptolémée avait en mains

les mémoires du Bithynien, que nous ne possédons plus, et, mieux que personne, il pouvait les lire et les juger.

Admettons donc qu'Hipparque s'était borné à mettre en ordre les observations relatives aux planètes ; il nous faudra bien supposer que quelque autre astronome, après lui, mais bien avant Ptolémée, avait fait un progrès plus considérable dans la théorie des cinq astres errants et avait, en particulier, déterminé la position de leurs absides ; nous y serons contraints par le témoignage formel de Pline l'Ancien.

Le centre de l'épicycle du Soleil décrit, en un an, d'Occident en Orient, un cercle concentrique à la Terre ; le Soleil lui-même parcourt l'épicycle, en un an, dans un sens de rotation opposé au précédent ; ces deux mouvements peuvent se composer en un seul, qui fasse circuler le Soleil d'Occident en Orient, en un an, sur un excentrique fixe. La fixité de cet excentrique est, bien entendu, rapportée aux étoiles qui ont elles-mêmes reçu le nom de fixes ; comme ces étoiles, l'excentrique du Soleil est entraîné par le mouvement diurne.

Le diamètre qui passe par le centre de la Terre et le centre de l'excentrique marque, sur ce cercle, le point où le Soleil est *apogée* et se trouve le plus distant de la Terre, ainsi que le point où le Soleil est *périgée* et se trouve le plus voisin de la Terre. Cette *ligne des absides* garde une direction invariable par rapport aux étoiles fixes. Nous avons vu qu'Hipparque avait déterminé cette direction.

Rien d'analogue à ce que nous venons de dire ne se présente dans l'étude du mouvement d'une planète, si ce mouvement se réduit au parcours d'un épicycle dont le centre décrit un cercle concentrique à la Terre. Ce mouvement équivaut alors, nous l'avons vu, au parcours d'un excentrique mobile dont le centre décrit un cercle concentrique à la Terre. La planète, il est vrai, atteint encore sa plus grande ou sa plus petite distance à la Terre lorsqu'elle vient se placer sur la ligne qui passe par le centre de la Terre et le centre de l'excentrique ; mais cette ligne tourne autour de la Terre en même temps que le centre de l'excentrique ; il en résulte qu'au moment où la planète est apogée ou périgée, elle peut se projeter en un point quelconque de l'écliptique ; à cette planète ne correspond plus une *ligne des absides* de direction invariable par rapport aux étoiles fixes.

Adraste d'Aphrodisias, qui écrit entre le temps d'Hipparque et celui de Ptolémée, ne connaît que cette forme simplifiée de la théorie des planètes ; il enseigne, et son disciple Théon de Smyrne

nous transmet cet enseignement[1], que les apparences sont également sauvées soit que la planète parcoure un épicycle dont le centre décrit un déférent concentrique, soit qu'elle circule sur un excentrique mobile ; aussi déclare-t-il que, « pour les astres errants autres que le Soleil, la plus grande, la plus petite et la moyenne distances à la Terre, la plus grande, la plus petite et la moyenne vitesse peuvent se produire en n'importe quel lieu du zodiaque. »

Il n'en est plus de même si l'on complique la théorie du mouvement planétaire comme les géomètres avaient été amenés à le faire même avant le temps où vivait Hipparque.

Certains prédécesseurs du Bithynien, nous l'avons vu, avaient été amenés à faire circuler chaque planète sur un épicycle, tandis que le centre de cet épicycle décrivait un cercle déférent excentrique au Monde. La détermination de ce cercle déférent, invariablement placé par rapport aux étoiles fixes, donnait lieu à des problèmes semblables à ceux qu'avait posés l'étude de l'excentrique du Soleil. En particulier, elle exigeait que l'on déterminât l'orientation, par rapport aux étoiles fixes, de la *ligne des absides du déférent*, c'est-à-dire du diamètre de ce déférent qui passe par le centre du Monde.

Cette ligne marque, sur le déférent, le point où le centre de l'épicycle s'éloigne le plus de la Terre ; Ptolémée nomme ce point l'*apogée de l'excentrique* ; latinisant un mot que les Arabes avaient emprunté au sanscrit[2], les astronomes du Moyen-Age l'ont appelé *aux*, mot qu'on est convenu de traduire par *auge*. La ligne des absides marque également, sur le déférent, le point où le centre de l'épicycle est le plus voisin de la Terre ; pour Ptolémée, ce point est le *périgée de l'excentrique* ; pour les astronomes du Moyen-Age, il se nomme *oppositum augis*, l'*opposé de l'auge*.

Lorsqu'il se propose de constituer la théorie d'une planète, Ptolémée commence toujours par déterminer la direction qu'il convient d'attribuer à la ligne des absides du déférent excentrique ; la solution de ce problème est requise pour la résolution des autres questions qui doivent compléter cette théorie.

Or, ce problème fondamental, on s'en était préoccupé et on en avait donné une solution plus ou moins approchée avant l'an 79 de notre ère, où l'éruption du Vésuve fit périr Pline l'Ancien.

Au second livre de son *Histoire naturelle*, Pline l'Ancien expose

1. THEONIS SMYRNÆI *Liber de Astronomia*, cap. XXX ; éd. Th. H. Martin, pp. 270-271 ; éd. J. Dupuis, pp. 284-285.
2. Voir Chapitre XII, § IV.

ses connaissances astronomiques, puisées en partie, semble-t-il, dans les mémoires d'Hipparque, dont le nom est plusieurs fois cité avec éloges ; la lecture de ces mémoires, malheureusement, devait paraître singulièrement difficile à un auteur qui semble pleinement ignorant de la Géométrie ; trop souvent, Pline manifeste par l'obscurité de son langage redondant, son peu d'intelligence des théories qu'il prétend exposer.

L'ordre que Pline assigne aux diverses planètes doit retenir un instant notre attention.

Il nous apprend [1] (suivant quelle tradition, nous ne saurions le deviner) que Pythagore plaçait les astres errants, à partir de la Terre, dans l'ordre suivant : La Lune, Mercure, Vénus, le Soleil, Mars, Jupiter et Saturne.

Platon et Aristote [2] n'avaient pas adopté cet ordre ; au voisinage de la Terre, ils avaient laissé la Lune, à laquelle le Soleil succédait aussitôt ; puis venaient Vénus, Mercure, Mars, Jupiter et Saturne.

Proclus nous enseigne, d'ailleurs [3], d'après l'*Histoire astronomique* d'Eudème, que Platon et Aristote n'avaient fait que suivre, en cela, l'exemple d'Anaxagore ; il nous dit également [4] que cette hypothèse était admise par les astronomes « de l'entourage d'Eudoxe, οἱ ἀμφὶ τὸν Εὔδοξον ».

Au temps d'Hipparque, cet ordre fut généralement abandonné et l'on revint à celui que Pythagore, au dire de Pline, avait proposé. Géminus, dans son *Introduction aux phénomènes* [5], Cléomède, dans son traité *Du mouvement circulaire des corps célestes* [6], Cicéron, au *Songe de Scipion*, placent tous, au-dessus de la Lune, d'abord Mercure, puis Vénus, puis le Soleil. C'est ainsi également que Pline dispose les planètes [7], et son exemple sera suivi par Ptolémée.

Le Naturaliste parle [8] des *absides* du Soleil et des planètes ; mais

1. C. Plinii Secundi *De mundi historia* lib. II, cap. XXII.
2. Aristote, *De Cælo* lib. II, cap. XII (Aristotelis *Opera*, éd. Didot, t. II, p. 401 ; éd. Bekker, vol. I. p. 291, col. b).
3. Procli Diadochi *In Platonis Timæum commentaria*. Edidit Ernestus Diehl ; t. III, Lipsiæ, MCMVI, p. 63.
4. Proclus, *loc. cit.*, p. 62.
5. *Table chronologique des règnes, prolongée jusqu'à la prise de Constantinople par les Turcs ; Apparitions des fixes,* de C. Ptolémée, Théon, etc., et *Introduction de* Géminus *aux phénomènes célestes,* traduites pour la première fois, du Grec en Français, sur les manuscrits de la Bibliothèque du Roi ; .... par M. l'Abbé Halma. Paris, 1819. Géminus, *Introduction aux phénomènes célestes,* ch. I ; éd. cit., p. 10.
6. Cleomedis *De motu circulari corporum caelestium libri duo* ; ed. Hermannus Ziegler, Lipsiæ, 1891 ; lib. I, cap. III, pp. 30-33.
7. C. Plinii Secundi *De mundi historia* lib. II, cap. VIII.
8. Pline, *Op. laud.*, lib. II, cap. XV. — L'exposé de Pline est, d'ailleurs, rendu confus parce qu'il ne sépare pas ce qui est dû au mouvement diurne

la définition qu'il en donne, dans un certain passage, est singulièrement obscure ; il semble qu'il y voie quelque chose d'analogue aux solstices du Soleil ; toutefois, dans un autre passage, il s'exprime en termes qui sont plus clairs, ou du moins qui le deviennent si l'on prend soin d'entendre que, sauf pour le Soleil, il s'agit du centre de l'épicycle là où Pline parle de l'astre même. Voici ce passage [1] :

« Les absides les plus éloignées du centre de la Terre se trouvent donc, pour Saturne, dans le Scorpion ; pour Jupiter, dans la Vierge ; pour Mars, dans le Lion ; pour le Soleil, dans les Gémeaux ; pour Vénus, dans le Sagittaire ; pour Mercure, dans le Capricorne ; elles se trouvent toutes dans la région moyenne de ces signes.

» A l'opposé, se trouvent les points les plus bas et les plus voisins du centre de la Terre.

» Il arrive ainsi que ces astres semblent se mouvoir plus lentement lorsque l'arc qu'ils parcourent est plus élevé ; ce n'est pas que leurs mouvements naturels s'accélèrent ou se retardent, car ces mouvements sont invariables et propres à chacun d'eux ; mais cela provient de ce que les rayons issus des points voisins du sommet de l'abside se resserrent nécessairement lorsqu'ils s'approchent du centre, comme le font les rayons d'une roue ; le mouvement paraît donc tantôt plus grand, tantôt plus petit, en raison du plus ou moins de proximité au centre. »

Chose digne de remarque, plusieurs des déterminations d'apogée indiquées par Pline se trouvent être peu différentes de celles qu'adoptera Ptolémée.

Pline place l'apogée du Soleil vers le milieu des Gémeaux ; Hipparque, en effet, avait placé cet apogée à 5° et demi du principe de ce signe, et Ptolémée le retrouvera à peu près dans la même position.

Pline place l'auge de Saturne vers le milieu du signe du Scorpion et l'auge de Jupiter vers le milieu du signe de la Vierge ; or, Ptolémée trouvera le premier point [2] à 23° du principe du Scorpion et le second point [3] à 11° de l'origine de la Vierge.

de ce qui est dû au mouvement propre de l'astre ; les absides, alors, au lieu d'être de simples points, sont les cercles que ces points décrivent par le mouvement diurne, de même que les points solsticiaux de l'écliptique décrivent les deux tropiques.

1. PLINE, *Op. laud.*, lib. II, cap. XVI.

2. CLAUDE PTOLÉMÉE, *Op. laud.*, livre XI, ch. V ; éd. Halma, t. II, p. 283 ; éd. Heiberg, vol. II, IA′, ε′, p. 412.

3. CLAUDE PTOLÉMÉE, *Op. laud.*, livre XI, ch. I ; éd. Halma, t. II, p. 258 ; éd. Heiberg, vol. II, IA′, α′, p. 381.

Pline place vers le milieu du signe du Lion l'apogée de l'excentrique de Mars ; Ptolémée trouvera [1] cet apogée à 25°30′ du début du Cancer, partant à 4°30′ avant le début du Lion.

Les écarts sont beaucoup plus considérables pour Vénus et pour Mercure. Pline met l'apogée de Vénus dans le Sagittaire, Ptolémée le mettra [2] à 25° du principe du Taureau ; la différence atteint presque la moitié de l'écliptique. Selon Pline, l'apogée de Mercure est vers le milieu du Capricorne ; Ptolémée estimera [3] qu'il se trouve à 10° et un quart du principe du Bélier ; l'écart est, à peu près, d'un angle droit.

Le Naturaliste ne nous laisse aucunement soupçonner le nom de l'astronome auquel il avait emprunté ces renseignements, qu'il transcrit, d'ailleurs, avec tant de concision et si peu d'intelligence.

Comme pour mieux affirmer ce défaut d'intelligence, Pline déclare que deux autres causes font varier la distance de chaque planète à la Terre.

La première de ces causes consiste, au dire du Naturaliste, en ce que les diverses planètes ont d'autres absides, correspondant à des distances à la Terre plus grandes que les autres, en des parties du zodiaque autres que celles dont on vient de parler ; ainsi, Saturne présente cet apogée d'un nouveau genre au vingtième degré de la Balance, Jupiter au quinzième degré du Cancer etc.

On comprendrait malaisément comment Pline pouvait concevoir la coexistence de ces deux sortes d'absides ; Jacques Milich, professeur à Wittemberg, qui, au XVI[e] siècle, a donné un intéressant commentaire du second livre de l'*Histoire naturelle*, nous explique [4] la confusion dont Pline a été la naïve victime. Les astrologues attribuent à chaque planète une région du zodiaque où les influences de cette planète reçoivent comme un accroissement de puissance. Ces lieux privilégiés, les astrologues grecs les nomment ὑψώματα, les astrologues latins *exaltationes* ou *altitudines*. Ces dénominations ont induit en erreur le lecteur superficiel et peu compétent qu'était Pline.

1. CLAUDE PTOLÉMÉE, *Op. laud.*, livre X, ch. VII ; éd. Halma, t. II, p. 231 et p. 237 ; éd. Heiberg, vol. II, Ι′, ζ′, p. 345.
2. CLAUDE PTOLÉMÉE, *Op. laud.*, livre X, ch. I ; éd. Halma, t. II, p. 196 ; éd. Heiberg, vol. II, Θ′, α′, p. 299.
3. CLAUDE PTOLÉMÉE, *Op. laud.*, livre IX, ch. VII ; éd. Halma, vol. II, p. 168 ; éd. Heiberg, vol. II, Θ′, ζ′, p. 264.
4. *Liber secundus* C. PLINII *De mundi historia, cum Commentariis* JACOBI MILICHII *professoris Mathematum in Schola Vitæbergensi, diligenter conscriptis et recognitis*. Vitæbergæ Anno 1537. Halæ Suevorum ex Officina Petri Brubachii. Anno 1538. Mense Martio. Fol. 61, recto.

Rien de plus obscur que les termes par lesquels le Naturaliste prétend définir la troisième cause capable de faire varier la distance d'une planète à la Terre. Comme l'a fait remarquer Milich, ces termes, et plusieurs autres propos de Pline, ne peuvent s'interpréter que comme des allusions au mouvement des planètes sur leurs épicycles; mais comme ces allusions sont vagues! Ce que l'on y peut discerner de plus clair, c'est que ce mouvement sur l'épicycle, d'où résultent les stations et les marches rétrogrades, s'explique par une action tantôt attractive et tantôt répulsive de l'échauffement produit par les rayons solaires. Cette idée, dont le *Timée* paraît contenir le premier germe[1], se retrouve chez bon nombre d'auteurs postérieurs à Pline[2].

Ce que nous lisons dans l'*Histoire naturelle* de cet auteur nous permet donc d'affirmer qu'avant lui, la théorie des planètes avait été poussée bien au delà du point qu'Hipparque, au dire de Ptolémée, n'avait pas franchi; on avait cherché à déterminer la ligne des absides du déférent de chaque planète, et les résultats que l'on avait trouvés se rapprochaient beaucoup, dans certains cas, de ceux que Ptolémée allait obtenir. Avait-on progressé davantage? Avait-on déterminé les excentricités des divers déférents, le rapport du rayon de chaque épicycle au rayon de l'excentrique correspondant? Compilateur incompétent, Pline l'Ancien ne nous en dit rien, pas plus qu'il ne nous transmet les noms des astronomes qui ont accompli ces progrès. Tout ce que son exposé obscur et incomplet nous permet d'affirmer, c'est que Ptolémée a trouvé la théorie des planètes plus avancée qu'elle n'était après les recherches d'Hipparque, et que l'œuvre propre de l'auteur de l'*Almageste* avait été préparée par certaines tentatives dont il ne nous parle pas.

VI

LA **Composition mathématique** DE CLAUDE PTOLÉMÉE

La rareté des documents, la pauvreté des renseignements qu'ils nous fournissent laissent, cependant, une affirmation hors de doute, et c'est celle-ci : Depuis le temps d'Aristarque de Samos jusqu'au temps de Ptolémée, le génie grec s'appliqua, avec une extraordinaire activité, à la solution du problème astronomique; les géomètres, soucieux de sauver toujours plus exactement les apparences

1. Voir p. 59.
2. Voir p. 59 et p. 444.

célestes, multiplièrent les combinaisons habiles de mouvements circulaires et uniformes, tandis que, de ces mêmes apparences, les astronomes répétaient les observations de plus en plus précises.

Cette préparation longue et intense aboutit à l'œuvre de Claude Ptolémée.

Dans toutes les tentatives de ses prédécesseurs, mettre l'ordre et l'unité ; reprendre sur nouveaux frais et conduire jusqu'à l'achèvement les essais qui n'avaient été qu'ébauchés ; construire ainsi un système logiquement agencé où la Science astronomique tout entière se trouvât exposée ; tel est le but que le Géomètre de Péluse fixe à ses efforts ; il l'atteint aussi parfaitement qu'il est donné à l'esprit humain de réaliser un idéal.

Le désir d'écrire un traité qui fût, à la fois, très complet et parfaitement ordonné se marque dans le titre même que Ptolémée donne à son principal ouvrage ; il le nomme : *La grande composition mathématique de l'Astronomie*, Μεγάλη μαθηματικὴ σύνταξις τῆς ἀστρονομίας. Dans leur admiration pour ce livre, les Arabes l'ont appelé *le Grand*, *al Majesti*, et les astronomes chrétiens du Moyen-Age lui ont conservé ce nom d'*Almageste*.

Et vraiment, l'*Almageste* mérite l'admiration dont il fut entouré pendant tant de siècles. Après que la révolution astronomique dont Copernic fut l'initiateur eut abouti aux *Principes* de Newton, il fut de mode de traiter avec un dédain moqueur l'œuvre qui coordonnait le système géocentrique longtemps en vigueur. Les astronomes se comportaient en enfants ingrats, frappant le sein qui les a nourris. Comment Copernic eût-il pu faire prévaloir les avantages de sa théorie sur la doctrine précédemment admise, s'il n'avait eu à sa disposition les observations et les tables multiples des Georges de Peurbach et des Régiomontanus ? Et comment Peurbach et Régiomontanus eussent-ils fait leurs observations et dressé leurs tables s'ils n'avaient été constamment guidés par les *canons* que prescrivait l'Astronomie de l'*Almageste* ? Du IIe siècle de notre ère au XVIe siècle, les doctrines de Ptolémée ont fait régner l'ordre dans la Science astronomique ; ordre provisoire, il est vrai, auquel la théorie de la gravitation universelle devait un jour substituer une classification différente et singulièrement plus parfaite ; mais ordre indispensable, sans lequel la classification définitive ne fût, peut-être, jamais parvenue à s'établir.

La date où la *Grande composition astronomique* [1] fut achevée

1. Nous continuerons, comme dans ce qui précède, à citer la *Syntaxe* d'après les éditions suivantes :
ΚΛΑΥΔΙΟΥ ΠΤΟΛΕΜΑΙΟΥ Μαθηματικὴ σύνταξις. *Composition mathématique*

peut être assez exactement déterminée ; on y trouve [1] des observations astronomiques faites en la quatrième année d'Antonin (141-142 après J.-C.). D'autre part, Ptolémée est revenu ultérieurement, en particulier dans son écrit intitulé *Hypothèses des planètes*, sur quelques parties de la *Syntaxe* ; or, une inscription astronomique, ordinairement jointe aux *Hypothèses*, et qui corrige quelques déterminations données dans la *Composition mathématique*, est datée de la dixième année d'Antonin (146-147 après J.-C.). On peut donc affirmer que l'*Almageste* a été achevé au plus tôt en l'an 142 et au plus tard en l'an 146 de notre ère.

VII

LES POSTULATS PHYSIQUES DE L'ASTRONOMIE CHEZ LES PRÉDÉCESSEURS DE PTOLÉMÉE

Héritier de toute la tradition scientifique et philosophique de l'Hellade, ce séjour de prédilection de l'esprit logique, Ptolémée se montre soucieux au plus haut point de se conformer, en toutes choses, aux règles d'une méthode rigoureuse. Sa *Composition* est faite tout entière sur le plan que les sages des siècles antérieurs avaient tracé à la future Astronomie.

Le platonicien Dercyllide, qui vivait au temps d'Auguste, avait composé un ouvrage intitulé : Περὶ τοῦ ἀτράκτου καὶ τῶν σφονδύλων ἐν τῇ Πολιτείᾳ παρὰ Πλάτωνι λεγομένων — *Du fuseau et des gaînes dont il est question dans la République de Platon*. Cet écrit renfermait des théories astronomiques dont Théon de Smyrne nous a conservé le résumé [2]. Dercyllide y prescrivait [3] l'ordre selon lequel, à son avis, devait procéder l'astronome.

« De même, disait-il, qu'en Géométrie et en Musique, il est impossible, sans faire d'hypothèses, de déduire les conséquences des principes, de même, en Astronomie, faut-il exposer, en pre-

de Claude Ptolémée, traduite pour la première fois du Grec en Français, sur les manuscrits originaux de la Bibliothèque Impériale de Paris, par M. Halma; et suivie des notes de M. Delambre. Tome I (Livres I à VI), Paris, 1813; tome II (Livres VII à XIII), Paris, 1816. La traduction de l'abbé Halma ne mérite aucune confiance. — Claudii Ptolemæi *Opera quæ exstant omnia. Syntaxis mathematica*. Edidit J.-L. Heiberg. Pars I (Libros I-VI continens), Lipsiæ, MDCCCLXXXXVIII; Pars II (Libros VII-XIII continens). Lipsiæ, MDCCCCIII.

1. Par exemple, au Livre IX, ch. VI (Éd. Halma, t. II, p. 167; éd. Heiberg, pars II, Θ', ϛ', p. 263).

2. Theonis Smyrnæi *Liber de Astronomia*, capp. XXXIX ad XLIII.

3. Théon de Smyrne, *Op. laud.*, ch. XLI; éd. Th. H. Martin, pp. 326-329 ; éd. J. Dupuis, pp. 322-323.

mier lieu, les hypothèses à partir desquelles procède la théorie du mouvement des astres errants. Mais peut-être, avant toutes choses, y a-t-il lieu de mettre le choix des principes qui trouveront leur application aux Mathématiques, et tout le monde en convient.

» Le premier de ces principes est celui-ci : Le Monde est disposé suivant un certain ordre ; cette organisation est gouvernée par un principe unique, substance de tout ce qui est réellement et de tout ce qui paraît ; il ne faut donc pas prétendre que le Monde accessible à notre vue s'étend à l'infini, mais bien qu'il est terminé de toutes parts.

» Le second principe est que le lever et le coucher des corps divins [des astres] ne sont pas dûs à ce que ces corps s'allument pour s'éteindre ensuite ; si ces corps, en effet, n'avaient pas une durée éternelle, aucun ordre ne subsisterait dans l'Univers.

» Le troisième principe affirme qu'il n'y a ni plus ni moins de sept astres errants ; ce qu'a rendu manifeste une longue observation.

» Il n'est pas raisonnable que tout ce qui existe soit en mouvement ; il ne l'est pas non plus que tout soit en repos ; il faut donc bien convenir, et ce sera le quatrième principe, quels sont, dans l'Univers, les corps qui doivent demeurer immobiles, quels sont ceux qui doivent se mouvoir.

» Dercyllide déclare que la Terre qui, selon Platon, est le foyer de la maison des dieux, doit demeurer immobile ; les astres errants, au contraire, doivent se mouvoir ainsi que le Ciel [des étoiles fixes] qui les entoure. Il repousse avec malédiction ceux qui ont fixé les corps qui se meuvent et qui ont mis en mouvement les corps immobiles et fixes par nature, car ils ont renversé les fondements de l'art augural. » Dercyllide, on le voit, se fût associé à Cléanthe pour exiger que l'on condamnât l'impiété d'Aristarque.

En demandant que l'astronome, avant de commencer ses recherches mathématiques, posât un certain nombre de propositions démontrées par le physicien et qu'il les reçût comme des principes capables de diriger ses propres recherches, Dercyllide n'innovait pas ; il se bornait à affirmer la dépendance, communément reconnue par les philosophes, entre l'Astronomie et la Physique ; d'autres, nous le verrons dans un prochain chapitre, avaient également précisé les caractères de cette dépendance ; et ceux qui composaient des traités d'Astronomie, respectueux observateurs de ces préceptes, commençaient par énoncer les postulats, empruntés à la Physique, qui devaient servir de points de départ à leurs déductions.

Telle paraît avoir été la méthode suivie par Posidonius.

Le stoïcien Posidonius d'Apamée avait été disciple de Panetius qui enseignait à Rhodes au temps où Hipparque y faisait des observations astronomiques. Il avait rédigé, sur les sciences physiques, un grand traité, aujourd'hui perdu, dont le titre était Φυσικὸς λόγος ; ce traité renfermait de nombreux chapitres consacrés à l'Astronomie et à la Cosmographie. Nul, nous le verrons, n'avait, plus exactement que Posidonius, défini les rapports de subordination qui existent entre l'Astronomie et la Physique. Il est donc probable que l'exposé des théories astronomiques était, dans son traité, précédé par la justification physique des postulats dont le géomètre devait user ; cette justification devait former un écrit assez analogue au *De Cælo* d'Aristote dont, sans doute, les arguments étaient maintes fois repris par Posidonius.

De cette partie du *Discours physique* de Posidonius, nous pouvons nous faire idée en lisant le petit traité de Cosmographie que Cléomède a intitulé : Κυκλικὴ θεωρία μετεώρων, *Théorie du mouvement circulaire des corps célestes* [1].

De ce Cléomède, nous ignorons le pays où il naquit, comme le temps où il vécut. Son traité cosmographique présente tous les caractères d'un écrit antérieur à Ptolémée ; mais il offre surtout une particularité qui nous le rend intéressant à un très haut degré ; c'est celle de nous mettre constamment en présence de la pensée de Posidonius, soit que l'auteur déclare adopter la doctrine du savant stoïcien, soit qu'il se propose de la discuter.

Entre les postulats que l'Astronomie emprunte à la Physique et les propositions qui relèvent des méthodes propres à l'Astronome, Cléomède n'établit pas la ligne de démarcation que Dercyllide dessinera si nettement et que, probablement, Posidonius avait tracée avant lui ; axiomes de Physique et vérités d'Astronomie s'entremêlent quelque peu dans son exposé. Mais, dans cet exposé, nous trouvons la plupart des axiomes que Ptolémée énoncera, plus tard, sous une forme souvent peu différente de celle que leur a donnée le disciple de Posidonius.

Le premier de ces axiomes est celui-ci [2] : « Le Monde est limité, et au delà de la surface qui le borne, s'étend un vide infini ». En faveur de cette affirmation, Cléomède entame une vive discussion avec la Physique péripatéticienne ; nous avons, précédemment [3], analysé cette discussion.

1. Cleomedis, *De motu corporum caelestium libri duo*. Ed. Hermannus Ziegler, Lipsiæ, MDCCCXCI.
2. Cléomède, *Op. laud.*, lib. I, cap. I ; éd. Ziegler, pp. 2-21.
3. Voir Ch. V, § XI, pp. 310-313.

« La terre, de figure arrondie, est de tous côtés entourée par le Ciel. » La démonstration de la rotondité de la terre est donnée par Cléomède sous une forme quelque peu naïve [1]. Notre auteur procède par exclusion ; il prouve que la terre ne peut être ni plane ni concave, qu'elle n'a pas la forme d'un cube ni d'une pyramide ; il ajoute : « Puisque les phénomènes observables montrent qu'aucune de ces formes ne convient à la terre, il est nécessaire qu'elle ait la forme d'un globe » ; comme si l'on ne pouvait imaginer aucune forme autre que celles dont on vient de lire l'énumération !

Cléomède poursuit, il est vrai, en ces termes : « Nous pouvons également, en prenant pour point de départ les apparences que nous constatons, démontrer directement que la terre a la figure d'un globe ». Mais les arguments qu'il présente, bons à prouver que la terre a une forme arrondie, ne sauraient suffire à démontrer qu'elle est sphérique. Ils consistent à constater qu'on ne voit pas en tous pays les mêmes astres ; que la hauteur du pôle varie d'un lieu à l'autre, ainsi que la longueur des jours et des nuits. « Toutes ces choses démontrent manifestement que la terre a la forme d'un globe. Aucune de ces choses, en effet, ne saurait se produire sur une autre figure ; la figure de la sphère est la seule où elles se puissent observer. » Par ces déclarations, Cléomède nous donne une bien médiocre idée de la rigueur de sa raison.

Il développe encore avec complaisance cet argument qui, jusqu'à nos jours, a fait fortune dans les écoles : « Lorsque, venant du large, nous approchons de terre, ce sont les sommets des montagnes qui se montrent, les premiers, à nos regards ; les autres parties du continent sont cachées par la courbure des eaux..... Toutes ces choses prouvent, sans qu'il soit besoin de recourir à des démonstrations faites à l'aide de figures géométriques, que la terre a la figure sphérique ».

Ce point censé acquis, Cléomède en conclut que l'air, qui entoure librement la terre, doit être sphérique ; qu'il en doit être de même de l'éther qui, sans aucune contrainte, enveloppe l'air. Ainsi, de proche en proche, on arrive à cette affirmation : Le Monde est sphérique. La sphère, d'ailleurs, étant la plus parfaite des figures, convient au plus parfait des corps.

« La Terre est au milieu du Monde » [2]. Cléomède démontre cette nouvelle proposition par une méthode d'exclusion qu'il emprunte, en grande partie, à Aristote. Il décrit les phénomènes qui

1. CLÉOMÈDE, *Op. laud.*, lib. I, cap. VIII ; éd. Ziegler, pp. 72-87.
2. CLÉOMÈDE, *Op. laud.*, lib. I, cap. IX ; éd. Ziegler, pp. 86-91.

se produiraient si la Terre se trouvait écartée, dans un sens ou dans l'autre, du centre des mouvements célestes ; de ce que ces phénomènes ne sont pas ceux qui se manifestent, il tire la conclusion annoncée.

Il démontre également [1] que « la Terre est comme un point à l'égard de la grandeur de l'Univers. » L'influence du *De Cælo* se remarque encore en certaines parties de son argumentation.

Cléomède ne paraît pas soupçonner qu'on puisse mettre en question le repos de la Terre ; c'est sans aucune discussion qu'il attribue [2] le mouvement apparent des astres au mouvement réel du ciel qui les entraîne ; il demande, d'ailleurs, aux observations du physicien de distinguer, d'une part, les étoiles fixes qui sont innombrables et n'ont d'autre mouvement que le mouvement simple du ciel auquel elles sont attachées, et les étoiles errantes, d'autre part, qui sont au nombre de sept et qui, au mouvement du ciel, joignent un mouvement propre en sens contraire.

Cet exposé, aux raisonnements diffus et peu rigoureux, des principes physiques de l'Astronomie, paraît avoir inspiré l'introduction de plus d'un traité consacré à cette science, soit que cette inspiration émanât directement de Posidonius, soit qu'elle eût passé par l'intermédiaire de Cléomède.

Géminus écrivait vers le milieu du premier siècle avant notre ère [3]. Stoïcien, il avait, nous l'avons vu [4], composé un abrégé des Μετεωρολογικά de Posidonius. Il avait aussi, sous le titre d'*Introduction aux phénomènes*, Εἰσαγωγὴ εἰς τὰ φαινόμενα, composé un petit traité de Cosmographie qui n'est pas sans analogie avec celui de Cléomède [5]. L'*Introduction aux phénomènes* diffère cependant en un point de la *Théorie du mouvement circulaire des corps célestes* ; entièrement consacrée à l'exposé de problèmes purement astronomiques, elle ne formule pas les axiomes physiques que suppose la solution de ces problèmes ; ces axiomes sont implicitement admis. Mais Géminus lui-même, ou bien quelqu'un de ses successeurs, pénétré des principes que Posidonius recevait, que Dercyllide allait proclamer, a jugé qu'il y avait là une lacune à

1. Cléomède, *Op. laud.*, lib. I, cap. X ; éd. Ziegler, pp. 102-119.
2. Cléomède, *Op. laud.*, lib. I, cap. III ; éd. Ziegler, pp. 28-33.
3. Paul Tannery, *La Géométrie grecque*, Paris, 1887 ; Chapitre II *Recherches sur l'Histoire de l'Astronomie ancienne*, Chapitre IV, 2, p. 83.
4. Voir : chapitre VII, § IV, p. 411.
5. *Table chronologique des règnes, prolongée jusqu'à la prise de Constantinople par les Turcs ; Apparitions des fixes, de* C. Ptolémée, Théon, etc., et *Introduction* de Géminus *aux phénomènes célestes*, traduites pour la première fois, du Grec en Français, sur les manuscrits de la Bibliothèque du Roi... par M. l'Abbé Halma. Paris, 1819.

combler. Aussi les manuscrits de l'Εἰσαγωγὴ εἰς τὰ φαινόμενα présentent-ils, avant le texte de Géminus, deux extraits, l'un du traité de Cléomède, l'autre du Περὶ Οὐρανοῦ d'Aristote, où les principaux postulats physiques de la Science astronomique se trouvent énoncés.

A la base de ce qu'il a écrit sur l'Astronomie, Adraste d'Aphrodisias mettait, lui aussi, un certain nombre d'hypothèses empruntées à la Physique ; et les preuves chargées de soutenir ces hypothèses étaient d'origine nettement péripatéticienne ; elles étaient directement tirées du *De Cælo*. Ces hypothèses et ces preuves, nous les connaissons par Théon de Smyrne.

Voici, en effet, en quels termes Théon commence son traité sur l'Astronomie [1] :

« Avant toutes choses, il est nécessaire d'établir que le Monde est sphérique ; qu'il en est de même de la Terre ; que celle-ci joue le rôle de centre par rapport à la masse entière de l'Univers ; que, par sa grandeur, elle se comporte comme un point à l'égard de cette masse. Si l'on voulait exposer avec grand soin cette doctrine, il serait besoin d'une fort longue étude et d'une fort longue suite de discours. Mais pour comprendre les choses qui seront dites dans la suite, il suffira de reproduire l'exposé abrégé de ces questions, qu'Adraste a donné. »

C'est donc le texte même d'Adraste que nous allons connaître en lisant Théon.

Adraste commence [2] par justifier rapidement ces trois propositions : Le Monde est sphérique ; la Terre en occupe le centre ; elle est comme un point à l'égard de la grandeur de l'Univers. De tout point de la Terre, on découvre la moitié du Ciel ; de tout point de la Terre, on voit les mouvements célestes suivre les mêmes lois ; tels sont les arguments dont Adraste se contente. « Si l'universalité des choses, en effet, avait la figure d'un cône, d'un cylindre, d'une pyramide ou de tout solide autre que la sphère, sur la Terre les choses ne se passeraient pas de la sorte ».

Notre auteur aborde alors [3] la démonstration de la sphéricité de la terre.

La terre est sphérique de l'Orient vers l'Occident ; un même

1. Theonis Smyrnæi *Liber de Astronomia*, cap. I ; éd. Th. H. Martin, pp. 138-139 ; éd. J. Dupuis, pp. 199-200.
2. Théon de Smyrne, *Op. laud.*, cap. I ; éd. Th. H. Martin, pp. 140-141 ; éd. J. Dupuis, pp. 198-201. — Cf. cap. IV ; éd. Th. H. Martin, pp. 158-161 ; éd. J. Dupuis, pp. 210-213.
3. Théon de Smyrne, *Op. laud.*, cap. II ; éd. Th. H. Martin, pp. 140-145 ; éd. J. Dupuis, pp. 200-203.

astre, en effet, se lève plus tard, se couche plus tard pour ceux qui habitent à l'Occident que pour ceux qui habitent à l'Orient ; une même éclipse de Lune n'est pas vue par eux à la même heure ; les occidentaux l'aperçoivent à une heure plus matinale.

La terre est sphérique du Sud au Nord ; les hommes qui habitent au Midi par rapport à d'autres hommes voient des étoiles que ceux-ci ne voient pas, et inversement.

Ces arguments prouvent seulement la convexité de la terre ; pour établir qu'elle est vraiment sphérique, Adraste n'use plus de raisons astronomiques, mais d'un argument physique ou, comme nous dirions aujourd'hui, mécanique. Il déduit la sphéricité de la terre de la convergence vers un même point de toutes les lignes suivant lesquelles les corps pesants se dirigent en tombant. Cet argument, nous l'avons vu [1], est un de ceux auxquels Aristote attachait du prix ; Cléomède y avait fait une simple allusion [2], promettant d'y revenir ; mais il n'avait pas tenu sa promesse.

A l'imitation d'Aristote, Adraste d'Aphrodisias ne se contente pas de demander à la théorie de la pesanteur la raison de la figure sphérique de la terre ferme ; il lui demande aussi [3] l'explication de la figure sphérique des mers ; à cet égard, il expose avec grand soin l'argumentation qu'Aristote avait indiquée, au *Traité du Ciel*, à la fin du IVe chapitre du second livre [4].

Le second livre de l'*Histoire naturelle* de Pline l'Ancien présente certaines analogies avec les traités de Cléomède et de Géminus ; il est permis de penser que l'influence de Posidonius n'est pas étrangère à la rédaction de ce livre [5].

Pas plus qu'au traité de Cléomède, les hypothèses d'origine physique ne sont nettement distinguées des propositions qui ressortissent à l'Astronomie.

Le Naturaliste commence [6], toutefois, par formuler ces théorèmes : Le Monde est unique, il est fini, il a la figure sphérique ; le Ciel se meut d'un mouvement de rotation uniforme. Ces théorèmes, d'ailleurs, il les orne de sonores déclamations bien plus qu'il ne les étaye d'arguments probants.

Il poursuit [7] en énumérant les quatre éléments qui forment la

1. Voir Chapitre IV, § XIII, p. 211.
2. Cléomède, *Op. laud.*, lib. I, cap. I ; éd. Ziegler, pp. 18-19.
3. Théon de Smyrne, *Op. laud.*, cap. III ; éd. Th. H. Martin, pp. 144-149 ; éd. J. Dupuis, pp. 202-205.
4. Voir Chapitre IV, § XIII, pp. 213-215.
5. Pline l'Ancien cite, d'ailleurs, le nom de Posidonius, notamment au Chapitre XXIII du second Livre.
6. C. Plinii Secundi *De mundi historia liber secundus* ; capp. I, II et III.
7. Pline l'Ancien, *Op. laud.*, lib. II, cap. V.

terre et l'entourent. Il semble attribuer la légèreté non seulement au feu, mais encore à l'air ; à cette légèreté, par une doctrine singulière, il attribue la suspension de la masse pesante de la terre et de l'eau au centre du Monde, et l'immobilité de cette masse : « Suspendue par la puissance de cette légèreté, la terre, accompagnée de l'eau qui est le quatrième élément, demeure en équilibre au milieu de l'espace. Ainsi, de ce que les éléments divers s'embrassent les uns les autres, un lien se trouve établi; le poids des éléments graves empêche les éléments légers de s'envoler dans l'espace ; les graves, au contraire, ne sauraient se précipiter vers le bas, car ils se trouvent suspendus par les corps légers qui tendent vers le haut. Grâce à ces deux efforts, de sens opposés, mais de puissance égale, les quatre éléments demeurent immobiles par leurs propres forces, tandis qu'autour d'eux se poursuit l'incessante circulation du Monde. »

De cette curieuse théorie, nous ne rencontrons, dans la Science antique, aucun adepte autre que Pline ; mais au temps de la Renaissance, elle séduira des hommes tels que Nicolas de Cues et Léonard de Vinci.

Cette théorie de la pesanteur n'a rien qui rappelle l'enseignement d'Aristote. Pline ne se montre guère plus enclin à la philosophie péripatéticienne lorsqu'en une autre partie de son livre, il traite [1] de la rotondité de la terre et l'explique par la continuelle pression que le ciel exerce sur ce corps, moyeu autour duquel s'effectue sa rotation.

La rotondité des mers est mise en évidence par ce fait que le rivage se laisse découvrir du sommet du mât, alors que, du pont du navire, il demeure invisible. Pline explique cette rotondité en reproduisant, sous une forme bien sommaire et bien imprécise d'ailleurs, l'argument mécanique d'Aristote et d'Adraste d'Aphrodisias ; il admire « la subtilité géométrique dont ont fait preuve les inventeurs grecs, en créant cette très heureuse et très glorieuse doctrine ».

A cette preuve physique de la rotondité des mers, Pline [2] en joint une autre, qui n'est point d'Aristote, et qu'il avait rencontrée, sans doute, dans les écrits de Posidonius ou de quelque autre philosophe grec. On s'étonne, dit-il, que l'eau prenne spontanément la figure d'une sphère ; « et cependant, il n'y a rien de plus manifeste dans toute la nature ; partout, les gouttes suspen-

1. Pline l'Ancien, *Op. laud.*, lib. II, cap. LXIV.
2. Pline l'Ancien, *Op. laud.*, lib. II, cap. LXV.

dues s'arrondissent en petites sphères ; jetées sur la poussière, déposées sur le duvet des feuilles, elles se présentent avec une sphéricité parfaite. Dans un vase plein, le liquide est plus élevé au milieu ; et ce phénomène, en raison de la ténuité et du peu de consistance du liquide, nous le concluons plutôt que nous ne le voyons. En effet, chose encore plus singulière, le liquide, dans un vase plein, déborde pour peu qu'on y ajoute ; il ne déborde pas si l'on y fait glisser des poids qui vont souvent jusqu'à vingt deniers. Dans ce dernier cas, les poids introduits ne font qu'augmenter la convexité du liquide ; dans le premier cas, la convexité déjà existante fait que le liquide déborde incontinent ».

Nous savons aujourd'hui combien sont fautives ces comparaisons qui confondent les phénomènes dûs à la pesanteur avec les effets de la capillarité. Mais pouvons-nous reprocher aux physiciens de l'Antiquité de n'avoir pas nettement aperçu la distinction qui existe entre ces deux ordres de phénomènes ? Ne rencontrait-on pas bien souvent, il y a peu d'années, des physiciens, et non des moindres, qui, par une confusion toute semblable, cherchaient dans les expériences de Plateau sur les phénomènes capillaires, une explication de l'anneau de Saturne et une preuve en faveur de la théorie cosmogonique de Laplace ?

La Terre sphérique est au centre du Monde. C'est encore une proposition que Pline formule[1] et qu'il démontre par ces deux raisons : L'égalité des jours et des nuits a lieu en même temps par toute la Terre ; au temps de l'équinoxe, le lever et le coucher du Soleil se font en des points diamétralement opposés du cercle de l'horizon.

Tous ceux donc qui, depuis le temps d'Hipparque jusqu'à celui de Ptolémée, ont écrit sur l'Astronomie semblent avoir admis les principes formulés par Dercyllide. L'astronome ne peut développer, par les méthodes qui lui sont propres, la théorie des mouvements des corps célestes, s'il ne postule d'abord un certain nombre de propositions rendues manifestes par des raisons que la Physique fournit.

Ces propositions, les uns les entremêlent à leur exposé des doctrines astronomiques, établissant chacune d'elles au moment où elle est exigée par le progrès de leur enseignement ; les autres, plus logiques, en placent les énoncés et les démonstrations en tête de leur traité sur le mouvement des astres.

Tous, d'ailleurs, semblent s'accorder à réclamer les mêmes

1. Pline l'Ancien, *Op. laud.*, lib. II, cap. LXIX.

postulats physiques, formulés à peu près de la même manière :

L'Univers est limité ; il a la forme d'une sphère.

Le Ciel se meut d'un mouvement de rotation uniforme, le mouvement diurne ; certains astres errants se meuvent, en outre, d'un mouvement propre.

La Terre est sphérique ; elle occupe le centre du Monde ; elle est comme un point à l'égard de l'immensité de l'Univers.

Non seulement ces propositions se retrouvent, énoncées presque dans les mêmes termes, chez les divers auteurs dont nous possédons les ouvrages, mais il semble que des habitudes traditionnelles se soient établies parmi eux au sujet des raisons de Physique qu'il convient d'invoquer en faveur de ces postulats ; ces raisons, qui varient peu d'un auteur à l'autre, sont empruntées les unes aux *De Cœlo* d'Aristote, les autres à des ouvrages plus récents et moins profonds, parmi lesquels le traité de Posidonius paraît avoir joui d'une vogue particulière.

Ces raisons, d'ailleurs, sont, pour la plupart, assez peu démonstratives ; la sphéricité de la terre, en particulier, est prouvée par des arguments qui sont loin d'avoir la portée qu'on leur attribue.

Dercyllide avait demandé que le physicien distinguât avec soin, dans l'Univers, ce qui est immobile de ce qui se meut ; là-dessus, il avait maudit l'impiété de ceux qui font mouvoir la Terre ; mais, en faveur de l'immobilité de ce corps, avait-il invoqué quelque preuve de Physique ? Nous l'ignorons.

Les autres auteurs que nous avons eu occasion de citer admettent l'immobilité de la Terre sans aucune discussion, le plus souvent même sans en faire mention. Ptolémée innovera donc lorsque, reprenant la tradition d'Aristote, il fera de l'immobilité de la Terre l'objet d'un postulat explicite et d'une démonstration spéciale.

VIII

L'*Almageste* ET LES POSTULATS PHYSIQUES DE L'ASTRONOMIE

Lorsqu'il a conçu le plan de la *Composition mathématique*, Ptolémée a voulu que ce grand ouvrage fût très exactement construit suivant la méthode que les astronomes de son temps jugeaient la plus parfaite. Il n'a donc pas omis d'énoncer et d'établir, dès le début, les propositions de Physique sans lesquelles les théories

astronomiques manqueraient de principes. « Avant tout, dit-il[1], il faut admettre que le Ciel est sphérique et qu'il se meut de la manière qui convient à une sphère ; que, par sa figure, la Terre, considérée dans l'ensemble de ses parties, est, elle aussi, sensiblement sphérique ; que par sa position, elle est située au milieu de tout le Ciel, et qu'elle en est comme le centre ; qu'au sujet de la grandeur et de la distance, elle est à la sphère des étoiles fixes dans le même rapport qu'un point ; qu'elle n'accomplit aucun mouvement qui la fasse changer de place. Nous allons parcourir rapidement chacune de ces assertions, afin de les mieux faire entendre. »

Ptolémée reprend, en effet, chacune des propositions qu'il vient de formuler ; il y joint les raisons de Physique qu'il juge les plus propres à la rendre certaines. Cette partie de l'*Almageste* n'est assurément pas celle qui mérite le mieux l'admiration. Non seulement l'Astronome de Péluse y marque peu d'originalité, se bornant bien souvent à reprendre les arguments que ses prédécesseurs empruntaient déjà à Aristote ou à Posidonius ; mais encore on y peut relever plus d'une déduction non concluante, plus d'un cercle vicieux. Peut-on, en effet, donner une autre qualification que celle de cercle vicieux à cette preuve de la sphéricité du Ciel[2] : « Hors de cette hypothèse, les instruments construits pour indiquer les heures ne pourraient pas être justes ? »

Sans analyser ici toutes les preuves que Ptolémée développe à l'appui des divers postulats de l'Astronomie, attachons-nous particulièrement à l'un de ces postulats, à celui[3] selon lequel « la Terre, prise en son ensemble, est sensiblement sphérique ». Cette étude nous montrera combien, dans cette partie de son ouvrage, l'Astronome de Péluse est étroitement attaché à la tradition de ceux qui l'ont précédé.

« Pour concevoir que la Terre, du moins lorsqu'on la considère en son ensemble, est sensiblement de forme sphérique, dit Ptolémée, il suffit d'observer que le Soleil, la Lune et les autres astres ne se lèvent et ne se couchent pas pour tous les habitants de la Terre à la fois, mais d'abord pour ceux qui sont à l'Orient, ensuite pour ceux qui sont à l'Occident. Car nous trouvons qu'une éclipse et, en particulier, une éclipse de Lune, phénomène qui apparaît

1. Claude Ptolémée, *Composition mathématique*, livre I, ch. I ; éd. Halma, t. I, p. 6 ; éd. Heiberg, pars I, A′, β′, pp. 9-10.
2. Ptolémée, *Op. laud.*, livre I, ch. II ; éd. Halma, t. 1, p. 9 ; éd. Heiberg, pars I, A′, γ′, p. 13.
3. Ptolémée, *Op. laud.*, livre I, ch. III ; éd. Halma, t. I, pp. 11-12 ; éd. Heiberg, pars I, A′, δ′, pp. 14-16.

en même temps [à tous les habitants de la Terre], n'est pas enregistrée par tous à la même heure, si, pour tous, les heures sont également comptées à partir du milieu du jour ; mais toujours les heures enregistrées par ceux qui habitent à l'Orient sont en avance, tandis que les heures enregistrées par ceux qui habitent au Couchant sont en retard ; et la différence des heures est toujours proportionnelle à la distance des lieux d'observation. »

Adraste développait exactement la même argumentation au début de son *Traité d'Astronomie*, début que Théon de Smyrne nous a conservé. Ptolémée, cependant, y a joint cette précision essentielle : la différence entre les heures où une même éclipse est vue de deux lieux situés sur un même parallèle est proportionnelle à la distance de ces deux lieux. « Mais, fait observer Paul Tannery[1], cette assertion est purement gratuite de sa part, car l'estime des distances ne reposait que sur des évaluations itinéraires nécessairement très inexactes ; d'un autre côté, les déterminations effectives de longitude ont nécessairement été très rares dans l'Antiquité et les positions géographiques étaient, la plupart du temps, simplement fixées d'après les évaluations de distances. »

Cette preuve marque que la Terre est arrondie de l'Ouest à l'Est ; tout aussitôt, Adraste d'Aphrodisias prouvait qu'elle l'est également du Sud au Nord ; Ptolémée le démontre aussi, et de la même manière qu'Adraste ; mais cette démonstration se présente seulement à la fin d'un développement qui rappelle un des plus singuliers raisonnements de Cléomède.

L'Astronome de Péluse, en effet, procède par voie d'exclusion, comme l'a fait le disciple de Posidonius, afin d'établir que la Terre est sphérique ; les apparences célestes lui servent à prouver que la Terre n'est pas concave, ni plane ; que la surface n'en est pas composée de triangles, de quadrilatères, ni d'autres polygones. « Il est certain également que la Terre n'est pas un cylindre dont la surface serait tournée de manière à regarder le Levant et le Couchant, tandis que les deux bases planes regarderaient les pôles du Monde, ce que certains regarderaient peut-être comme plus vraisemblable. Car..... plus nous nous avançons vers les Ourses, plus nous voyons d'étoiles australes se cacher à notre regard et plus, en même temps, nous voyons nous apparaître d'étoiles boréales..... Ce qui démontre que la figure de la Terre est courbée en sphère dans toutes les directions. »

Enfin, comme Cléomède, comme Pline, Ptolémée invoque cet

1. PAUL TANNERY, *Recherches sur l'histoire de l'Astronomie ancienne*, ch. V, 2, pp. 104-105.

argument que son peu de force démonstrative n'a pas empêché de devenir classique : « Si, sur mer, venant d'un point quelconque et naviguant dans une direction quelconque, nous voguons vers des montagnes ou vers des objets élevés, nous voyons, en quelque sorte, ces objets émerger du sein de la mer ; avant de nous apparaître, ils étaient cachés par la courbure de la surface de l'eau. »

Si toute cette argumentation nous révèle l'influence de Posidonius et celle d'Adraste d'Aphrodisias, elle semble, en revanche, se soustraire à l'influence de la Physique péripatéticienne. La théorie de la gravité, par exemple, n'y est aucunement invoquée pour expliquer la figure sphérique de la terre et des mers.

« Il est particulièrement singulier [1] que l'on ne retrouve ni dans Ptolémée ni dans les cosmographes élémentaires l'argument le plus sérieux que l'Antiquité ait connu, argument que pourtant Aristote avait déjà mis en avant, à savoir que, dans les éclipses de Lune, la limite de l'ombre de la Terre affecte toujours la forme circulaire. Sans doute, cette preuve avait été écartée comme pouvant difficilement être invoquée au début d'une exposition méthodique, peut-être comme exigeant, pour son développement, un appareil géométrique incompatible avec les éléments de la Science. »

IX

L'IMMOBILITÉ DE LA TERRE SELON PTOLÉMÉE

L'exemple que nous venons de citer nous montre comment Ptolémée, dans ce qu'il a écrit sur les postulats physiques de l'Astronomie, n'a guère fait que répéter ce qu'en disaient communément les divers traités composés depuis le temps d'Hipparque.

Dans ses raisonnements sur l'immobilité de la Terre, il est ou, tout au moins, il paraît plus original.

En effet, depuis l'époque où Aristote, au Περὶ Οὐρανοῦ, a traité cette question, aucun des ouvrages astronomiques parvenus à notre connaissance n'en a repris la discussion. Nous ignorons ce qu'Aristarque ou Séleucus objectaient, pour les réfuter, aux arguments du Stagirite. Quant aux précurseurs immédiats de Ptolémée, aux Cléomède, aux Pline l'Ancien, aux Adraste d'Aphrodisias, aux Théon de Smyrne, ils ont tous admis le repos de la Terre sans aucun

1. Paul Tannery, *Recherches sur l'histoire de l'Astronomie ancienne*, ch. V, 1, p. 103.

examen, et même, le plus souvent, sans énoncer explicitement ce postulat.

Et cependant, il devait bien se rencontrer, de leur temps, quelques hommes assez érudits pour savoir que d'éminents physiciens avaient nié ce postulat ou assez sceptiques pour le révoquer en doute à leur tour. Cicéron savait qu'Hicétas attribuait le mouvement diurne à la Terre, et que certains prétendaient retrouver cette hypothèse jusque dans le *Timée*[1]. D'autre part, Sénèque écrivait, dans ses *Questions naturelles*[2] : « A ce propos, il y aurait lieu de discuter si le Monde tourne autour d'une Terre immobile ou bien si la Terre tourne au sein d'un Monde qui demeure en repos. Il s'est rencontré des philosophes, en effet, pour affirmer que c'est nous que la nature emporte à notre insu ; que les levers et les couchers des astres ne proviennent pas du mouvement du Ciel ; que c'est nous-mêmes qui nous couchons ou nous levons. C'est là une question bien digne d'être méditée, afin que nous sachions en quel état nous nous trouvons réellement. Notre demeure est-elle la plus immobile de toutes ou bien celle qui se meut le plus vite ? Dieu nous meut-il ou meut-il l'Univers autour de nous ? »

Ptolémée avait sans doute trouvé, dans ses conversations ou dans ses lectures, des philosophes qui attribuaient à la Terre un certain mouvement ou qui doutaient de l'immobilité de ce corps. C'est pourquoi il énonce formellement[3] ce postulat « que la Terre n'effectue aucun mouvement qui la fasse changer de place, ὅτι οὐδὲ κίνησίν τινα μεταβατικὴν ποιεῖται ἡ γῆ ». C'est pourquoi il étaye ce postulat de toutes les preuves que lui fournit la Physique.

La Physique dont use Ptolémée pour démontrer l'immobilité de la Terre est, en grande partie, empruntée au Περὶ Οὐρανοῦ, encore que quelques altérations défigurent la pensée du Stagirite.

Ptolémée commence par démontrer « que la Terre ne peut éprouver aucun mouvement qui la déplace en partie d'un certain côté du centre ni qui lui fasse occuper quelque lieu que ce soit entièrement hors du centre ».

A la théorie péripatéticienne de la pesanteur, qui porte tous les corps graves vers le centre du Monde, l'Astronome de Péluse demande la démonstration de ce premier théorème

1. Voir Chapitre I, § IV, pp. 22-23.
2. SÉNÈQUE, *Questions naturelles*, livre VII, ch. II.
3. CLAUDE PTOLÉMÉE, *Composition mathématique*, livre I, chap. VI ; éd. Halma, t. I, pp. 17-21 ; éd. Heiberg, A', ϛ', pp. 21-26.

Son argumentation, inspirée de celle d'Aristote, et assez confuse d'ailleurs, postule que la Terre est sphérique et occupe le milieu du Monde ; il est alors bien clair que la pesanteur ne tend pas à la faire sortir de cette position. La raison de symétrie suffirait à établir ce dernier point, et Ptolémée ne manque pas de l'invoquer : « Il apparaît comme très possible que ce corps, dont la grandeur est dans un rapport très minime à celle de l'Univers, éprouve des efforts semblables de toutes parts et soit retenu en tous sens par des forces qui ont des intensités égales et des directions homologues ».

A ceux qui invoquaient la raison de symétrie pour prouver que la Terre demeure en repos au milieu du Monde, Aristote avait déjà fait cette objection : Cette raison prouve bien qu'un tel repos ne sera pas troublé s'il est une fois établi ; elle ne saurait démontrer que ce repos sera rétabli après qu'il aura été troublé. Cette objection pourrait être adressée à toute l'argumentation de Ptolémée.

Ce n'est plus, en effet, une argumentation qu'il nous présente lorsqu'il ajoute : « Si la Terre se mouvait d'un mouvement qui lui fût commun avec les autres corps graves, il est évident qu'elle les précéderait tous ; entraînée par l'excès même de sa grandeur, elle laisserait en arrière, portés seulement par l'air, les animaux et tous les corps qui, pour une part quelconque, se rangent au nombre des graves ; enfin, elle arriverait avec une grande vitesse à excéder les bornes mêmes du Ciel. Mais il suffit de concevoir ces suppositions pour qu'elles semblent, à tout le monde, du dernier ridicule ».

Les rieurs qu'une telle Physique pouvait rencontrer n'étaient peut-être pas, même en l'Antiquité et au Moyen-Age, du côté qu'imaginait Ptolémée ; parmi les nombreux auteurs qui, en ces temps, ont emprunté les arguments de l'*Almageste* en faveur du repos de la Terre, nous n'en avons jamais rencontré aucun qui eût reproduit ce raisonnement ; le paralogisme était trop grossier pour exercer la moindre séduction.

« Il y a maintenant, poursuit Ptolémée, des gens qui consentent à ces propositions parce qu'elles leur paraissent les plus probables et qu'ils n'ont rien à leur objecter ; mais il leur paraît qu'aucune preuve ne leur saurait être opposée s'ils supposaient, par exemple, que le Ciel est immobile et que la Terre, tournant d'Occident en Orient autour de son axe propre, effectue à peu près une révolution chaque jour ; ou bien encore que le Ciel et la Terre tournent tous deux autour de ce même axe dont nous venons de

parler, et cela d'une manière conforme à tout ce qu'on observe dans leurs mutuels rapports. »

L'hypothèse qui n'attribue pas à la Terre d'autre mouvement que la rotation diurne est, certainement, celle que les adversaires du repos de la Terre proposaient le plus souvent et soutenaient le plus volontiers ; aussi Ptolémée la discute-t-il avec un soin particulier.

Il est, d'ailleurs, trop averti pour croire que cette hypothèse puisse contredire aux mouvements apparents des astres ou pour nier qu'elle simplifie l'explication de ces mouvements. C'est à la seule Physique qu'il en demandera la réfutation : « S'il est vrai qu'en ce qui concerne les mouvements apparents des astres, rien, peut-être, ne s'oppose à ce qu'il en soit ainsi, au profit d'une compréhension plus aisée, ces gens oublient qu'à l'égard des phénomènes qui se passent autour de nous et au sein de l'air, cette supposition paraîtrait absolument ridicule ».

C'est donc à la Physique, et tout particulièrement à l'observation de ce qui se passe dans la région sublunaire du Monde, qu'il appartient de prouver que la Terre ne tourne pas sur elle-même.

Aussi bien, Aristote avait déjà, au secours de cette proposition, appelé le même genre de preuves ; il avait invoqué cette expérience qu'un corps, jeté verticalement en l'air, retombe à l'endroit d'où il a été lancé.

Voici donc le premier argument invoqué par Ptolémée : Supposons, contrairement à la vérité, que la Terre, qui est le plus massif de tous les corps et, partant, le moins propre au mouvement, tourne cependant sur elle-même plus vite que tout ce qui l'entoure dans l'Univers. « Toutes les choses qui ne marchent pas sur la Terre même sembleraient animées d'un même mouvement, toujours contraire à celui de la Terre ; jamais un nuage, jamais un être qui vole, jamais un projectile ne paraîtrait avancer vers l'Orient ; la Terre, en effet, par son mouvement vers l'Orient, les gagnerait toujours de vitesse et, sur eux, prendrait les devants, en sorte que tous les autres corps, laissés par elle en arrière, sembleraient reculer vers l'Occident. »

Les partisans de la rotation de la Terre avaient assurément connu cette objection, et ils y avaient répondu ; les sphères des éléments, tels que l'eau et l'air, prennent part, elles aussi, disaient-ils sans doute, au mouvement de la terre. De là cette réplique de Ptolémée :

« S'ils prétendaient que l'air tourne comme la terre, et avec la même vitesse, les corps qui se trouvent plongés dans cet air n'en

sembleraient pas moins abandonnés en arrière par le mouvement commun à ces deux corps, [la terre et l'air] ; si même ces corps étaient entraînés par l'air comme s'ils ne faisaient qu'un avec lui, jamais aucun d'entre eux ne semblerait marcher ni plus vite, ni moins vite [que l'air et la terre] ; ils paraîtraient toujours immobiles ; soit qu'ils volent, soit qu'ils aient été jetés, ils n'avanceraient ni ne reculeraient jamais, ce que, cependant, nous leur voyons faire à tous d'une manière si manifeste ; ainsi, de ce que la terre ne demeure point immobile, il résulterait que ces corps ne possèdent plus aucune lenteur ni aucune vitesse. »

Une telle Physique nous surprend et nous nous étonnons qu'un Ptolémée ait pu accorder quelque valeur à ces arguments ; notre suprise sera moindre si nous voulons bien songer que le mouvement des projectiles semblait aux anciens une désespérante énigme. Pour expliquer le mouvement que la flèche accomplit après qu'elle a quitté l'arc, Aristote, nous l'avons vu [1], voulait qu'elle fût portée par l'air, au sein duquel se propage un ébranlement né du rapide mouvement de la corde. Il est probable que, jusqu'au temps de Jean Philopon [2], cette explication fut admise par presque tous les philosophes ; un texte d'Hipparque, qu'on a cité à l'encontre de cette théorie, n'est nullement probant [3]. Il n'est pas étonnant que des physiciens, réduits à rendre compte du mouvement des projectiles par une semblable théorie, aient pu se contenter des très pauvres raisons que Ptolémée oppose à l'hypothèse de la rotation terrestre.

X

LES PRINCIPES DE L'ASTRONOMIE MATHÉMATIQUE SELON PTOLÉMÉE

Si l'on eût dit à Ptolémée que ses raisonnements de Physique étaient dépourvus de toute rigueur et de toute force démonstrative, peut-être eût-il répondu qu'il s'en doutait bien ; il eût, sans doute, ajouté qu'il n'en pouvait être autrement ; c'est, du moins, ce qu'il nous est permis de supposer lorsque nous lisons la lettre par laquelle l'Astronome de Péluse dédie la *Composition mathématique* à son frère Syrus [4].

1. Voir : Chapitre VI, § III, pp. 371-374.
2. Voir : Chapitre VI, § IV, pp. 374-380.
3. Voir : Chapitre VI, § VI, pp. 385-388.
4. CLAUDE PTOLÉMÉE, *Composition mathématique*, livre I, avant-propos ; éd. Halma, t. I, pp. 1-5 ; éd. Heiberg, pars I, A', α', pp. 4-8.

Après avoir, de la pratique, distingué les sciences théoriques, Ptolémée déclare souscrire à la division des sciences théoriques, proposée par Aristote[1], en Physique, Mathémathique et Théologie.

La Mathématique est intermédiaire aux deux autres ; elle ne l'est pas seulement pour la raison que dit Aristote, parce qu'elle traite, d'une part, d'objets changeants et variables au sujet desquels la Physique spécule également, et, d'autre part, d'objets éternels et immuables qui sont nécessairement divins ; elle l'est aussi par la méthode qui nous en fait acquérir la science, méthode qui participe, à la fois, de la connaissance sensible et de l'intuition ; en sorte que nous la concevons, en même temps, par les sens et sans le secours des sens : « Οὐ μόνον τῷ καὶ δι' αἰσθήσεως καὶ χωρὶς αἰσθήσεως δύνασθαι νοεῖσθαι..... »

Ptolémée reconnaît donc au raisonnement géométrique ce caractère croisé, bâtard (λογισμός νόθος) que Platon lui attribuait[2].

Ce raisonnement est aussi, et grâce à cette double participation, le seul qui puisse donner à l'homme une possession certaine de la vérité : « Lorsqu'on a médité toutes ces choses, on dirait volontiers que les deux autres genres de spéculations théoriques sont objets de conjecture plutôt que de connaissance scientifique ; ce qui est théologique, parce qu'il échappe absolument à la vue et au toucher ; ce qui est physique, par suite du caractère inconstant et caché de la matière ; en sorte que, par là-même, on doit perdre tout espoir que ceux qui philosophent parviennent à mettre d'accord leurs opinions touchant ces sciences.

» Seule la Mathématique, pourvu qu'on en aborde l'étude avec une scrupuleuse rigueur, est capable de fournir, à tous ceux qui en font usage, une connaissance ferme et inébranlable ; connaissance engendrée par une démonstration qui procède suivant des méthodes sauves de toute controverse, savoir l'Arithmétique et la Géométrie.

» De préférence à toute autre étude, nous avons été poussés à nous attacher d'une manière spéciale, autant qu'il est en notre pouvoir, à la théorie que l'on a conçue au sujet des corps divins et célestes ; elle est la seule qui prenne pour objet de ses considérations les choses qui sont toujours et qui se comportent toujours de la même manière ; par cela même, à l'égard des connaissances exemptes de toute obscurité et de toute confusion qui forment son domaine propre, il lui est donné d'être toujours et de

1. ARISTOTE, *Métaphysique,* livre V, ch. I; éd. Didot, t. II, p. 535 ; éd. Bekker, vol. II, p. 1026.
2. Voir : Chapitre II, § III, p. 37.

se comporter toujours de la même manière, ce qui est la marque de la Science. » .

Elle est bien profondément imprégnée de Platonisme, cette superbe confiance en la certitude absolue de l'Astronomie géométrique, de cette science qui peut légitimement espérer une éternité semblable à celle des êtres célestes qu'elle contemple.

La pensée de Ptolémée ne se montre pas moins platonicienne lorsqu'en l'étude de l'Astronomie, elle voit une préparation à la connaissance de la Cause suprême et des essences éternelles :

« Rien, mieux que l'Astronomie, ne saurait frayer la voie à la connaissance théologique ; seule, en effet, elle a le pouvoir d'atteindre avec sûreté l'Énergie immobile et abstraite, en prenant pour point de départ l'étude approximative [1] des énergies qui sont soumises aux sens et qui sont à la fois mouvantes et mues ; d'atteindre les essences éternelles et impassibles qui résident sous les accidents, et cela, à partir de la connaissance approchée des déplacements qui déterminent les divers mouvements et des règles qui les ordonnent. »

C'est encore une pensée de Platon que nous retrouvons sous la plume de Ptolémée lorsque nous lisons, dans son ouvrage, que l'étude de l'Astronomie nous incline à la contemplation et à la recherche du bien :

« Mieux que toute autre occupation, elle prépare des hommes qui sachent, dans la pratique et dans les mœurs, discerner ce qui est beau et ce qui est bien ; par la contemplation de la constante similitude que présentent les choses célestes, de la parfaite ordonnance, de la symétrie, de la simplicité qui y règnent, elle rend aimables les objets où se rencontre cette même beauté divine ; elle habitue l'âme à acquérir une constitution qui leur ressemble et, pour ainsi dire, elle lui rend naturelle cette constitution. »

Pénétré à ce point des principes de la philosophie de Platon, Ptolémée ne saurait faire grand cas de la connaissance qui nous vient par les sens ; à partir de prémisses que la perception sensible nous a seule révélées, il lui doit sembler impossible de conduire une déduction rigoureuse ; les démonstrations de la Physi-

1. Ἀπὸ τῆς ἐγγύτητος. Le sens d'*approximation*, de *connaissance approchée*, que nous attribuons ici au mot ἐγγύτης, n'est certainement pas celui qui lui appartient habituellement ; il nous paraît justifié par cette remarque que Proclus, dans un passage (*a*) où il développe des idées fort analogues à celles qu'expose ici Ptolémée, passage que, d'ailleurs, nous retrouverons plus loin, répète, à plusieurs reprises, qu'en Physique, nous devons nous contenter de connaître *l'à-peu-près*, τὸ ἐγγύς.

a Procli Diadochi *In Platonis Timæum commentaria*. Edidit Ernestus Diehl, Lipsiæ, 1903 ; t. I, pp. 352-353.

que ne sont pas susceptibles d'engendrer la certitude ; il faut, il a pris soin de nous en avertir, délaisser tout espoir que ces démonstrations parviennent jamais à rallier tous les suffrages à une même opinion.

Il n'en est pas de même de l'Astronomie mathématique ; elle peut prétendre à une forme qui ne serait plus soumise à contestation et qui demeurerait invariable à travers les siècles. Si l'Astronomie lui paraît ainsi susceptible d'une certitude dont la Physique est incapable, c'est qu'elle découle d'un principe qui n'a pas été révélé par la connaissance sensible. Ce principe, c'est celui que Platon et les Pythagoriciens ont assigné à cette science.

Cet axiome, Ptolémée le formule, à plusieurs reprises, de la manière la plus précise. « Nous croyons », dit-il à propos de la construction des tables des mouvements des astres errants [1], « que l'objet que le mathématicien doit se proposer et atteindre est le suivant : Montrer que tout ce qui apparaît au Ciel est produit par des mouvements circulaires et uniformes. — Πρόθεσιν μὲν καὶ σκοπὸν ἡγούμεθα δεῖν ὑπάρχειν τῷ μαθηματικῷ δεῖξαι τὰ φαινόμενα ἐν τῷ οὐρανῷ πάντα δι' ὁμαλῶν καὶ ἐγκυκλίων κινήσεων ἀποτελούμενα. »

Un peu plus loin, il s'exprime [2] d'une manière encore plus explicite : « Il faut, tout d'abord, poser en principe que les mouvements éprouvés par les astres errants vers les parties du Ciel qui sont en arrière [vers l'Orient], aussi bien que le déplacement, commun à tous les astres, vers les parties du Ciel qui vont en avant [vers l'Occident], sont tous, par nature, circulaires et uniformes. Voici ce qu'il faut entendre par là : Les droites que l'on conçoit comme faisant tourner les astres ou les cercles qui portent ces astres, en toutes circonstances et uniformément, couvrent, en des temps égaux, des angles égaux, et cela autour du centre de chacun des mouvements circulaires. Les anomalies qui apparaissent dans les mouvements de ces astres errants sont produites par la position et par l'ordre qu'affectent, au sein des sphères de ces divers astres, ces mêmes cercles à l'aide desquels ils effectuent leurs mouvements. Sous l'irrégularité que l'on imagine lorsqu'on observe les apparences, il ne se produit en réalité absolument rien qui soit contraire à la nature éternelle de ces astres ».

Ce principe fondamental de l'Astronomie géométrique, de quelle façon doit-on le combiner avec les observations, afin d'amener la

1. CLAUDE PTOLÉMÉE, *Composition mathématique,* livre III, ch. II ; éd. Halma, t. I, p. 165 ; éd. Heiberg, pars I, Γ', β', p. 208.

2. CLAUDE PTOLÉMÉE, *Op. laud.*, livre III, ch. III ; éd. Halma, t. I, p. 170 ; éd. Heiberg, pars I, Γ', γ', p. 216.

théorie à son achèvement ? Ptolémée nous a dit [1] comment Hipparque entendait que cette besogne fût accomplie, et il nous laisse assez voir que son sentiment, sur ce point, s'accorde avec celui du Bithynien. Rappelons brièvement quelle était la méthode préconisée par celui-ci.

Celui qui veut établir la théorie d'un astre errant commencera par recueillir des observations nombreuses et précises. La discussion de ces observations lui fera distinguer quelles sont les diverses sortes d'anomalies dont le mouvement de l'astre est affecté ; elle lui permettra de formuler certaines lois expérimentales auxquelles obéissent les périodes et les grandeurs de ces diverses anomalies.

Il prendra alors la combinaison de mouvements circulaires et uniformes par laquelle il se propose de sauver les anomalies. Dans cette combinaison, plusieurs éléments restent, jusqu'ici, indéterminés ; on peut faire varier la position relative des divers cercles, la grandeur de chacun d'eux, la durée du mouvement auquel il sert de trajectoire. A l'aide des diverses lois que la discussion des observations a révêlées, on fixera la grandeur de chacun de ces éléments, de manière à obtenir une combinaison entièrement déterminée de mouvements circulaires et uniformes.

Les propriétés géométriques de cette combinaison permettront de calculer des éphémérides par lesquelles toutes les apparences que l'astre doit présenter, pendant un laps de temps de longue durée, se trouveront prévues. L'accord de ces prévisions avec les apparences réellement observées prouvera que la théorie est bonne.

Telle est, pour Ptolémée comme pour Hipparque, la méthode selon laquelle l'Astronomie géométrique doit procéder ; si, parfois, la difficulté des problèmes à résoudre oblige l'Astronome de Péluse à délaisser quelque peu la rigueur d'une telle méthode, il s'en excuse et s'efforce de reprendre bientôt la direction précise qu'elle lui assigne.

En dépit de ces scrupules, Ptolémée ne s'est-il pas écarté, et gravement, des prescriptions qu'il avait lui-même si nettement formulées ? C'est ce que nous allons voir en examinant le système astronomique qu'il a construit.

1. Claude Ptolémée, *Op. laud.*, livre IX, ch. II ; éd. Halma, t. II, pp. 118-119 ; éd. Heiberg, pars II, Θ', β', pp. 210-213. — *Vide supra*, § IV, pp. 457-460.

XI

LE SYSTÈME ASTRONOMIQUE DE PTOLÉMÉE

Après qu'il a formulé et prouvé les postulats, empruntés à la Physique, dont son Astronomie fera usage, Ptolémée poursuit en ces termes [1] : « Ces hypothèses, qu'il était nécessaire de poser tout d'abord, en vue de certaines parties de notre enseignément et des conséquences qui en découlent, il nous suffira de les avoir présentées, jusqu'à un certain point, comme en des résumés, car elles seront établies et confirmées d'une manière pleinement satisfaisante par l'accord que présenteront, avec les apparences, les conséquences qui en seront déduites plus tard.

» Mais outre ces postulats, on pourrait très justement penser qu'il convient de poser ce principe général : Il y a, dans le Ciel, deux espèces différentes de mouvements principaux. »

De ces deux espèces, la première est représentée par le mouvement diurne qui entraîne tous les corps célestes dans une révolution d'Orient en Occident autour de l'axe du Monde.

La seconde comprend les divers mouvements qui s'accomplissent, en général, d'Occident en Orient dans des plans sensiblement parallèles à l'écliptique.

Un de ces mouvements-là affecte même les étoiles fixes ; c'est le mouvement de précession des équinoxes dont nous ne parlerons pas ici, car un prochain chapitre lui doit être consacré. Les autres sont les mouvements propres des divers astres errants ; nous allons voir comment Ptolémée les imagine.

Les anomalies apparentes que l'on observe dans le mouvement du Soleil peuvent toutes être sauvées, comme Hipparque l'a montré, soit qu'on fasse décrire uniformément au Soleil un excentrique fixe, soit que, chaque, année, on lui fasse parcourir un épicycle dont le centre, dans le même temps, décrit un cercle déférent concentrique à la Terre. Hipparque, au dire d'Adraste d'Aphrodisias et de Théon de Smyrne, usait de préférence de cette seconde manière de représenter le mouvement du Soleil. « Mais, écrit Ptolémée [2], il serait plus conforme à la raison de s'attacher à l'hypo-

1. Claude Ptolémée, *Composition mathématique*, livre I, ch. VII ; éd. Halma, t. I, p. 21 ; éd. Heiberg, pars I, Α', η', p. 26

2. Claude Ptolémée, *Composition mathématique*, livre III, ch. IV : éd. Halma, t. I, pp. 183-184 ; éd. Heiberg, pars I, Γ', δ', p. 232.

thèse de l'excentrique, car elle est plus simple ; elle s'accomplit à l'aide d'un seul mouvement, et non point de deux mouvements. »

Si Ptolémée, dans la théorie du Soleil, s'écarte ainsi de la tradition d'Hipparque, le changement qu'il propose ne saurait avoir aucune influence sur les mouvements apparents de l'astre. Autrement graves et importantes sont les innovations qu'il introduit dans la théorie de la Lune et des cinq planètes. Pour exposer ces innovations, nous commencerons par étudier les astres auxquels le système de Ptolémée attribue les mouvements les moins compliqués après celui du Soleil ; ces astres sont la planète Vénus et les trois planètes supérieures.

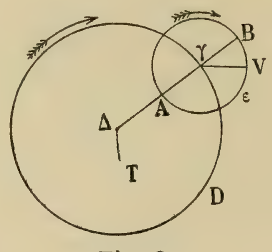


Fig. 8.

Pour rendre compte de la double anomalie de Vénus, Ptolémée [1] suppose que l'astre V (fig. 8) décrit, en un temps qui est la durée de révolution synodique, un cercle épicycle ε, tandis qu'en un an, le centre γ de cet épicycle décrit, d'Occident en Orient, un cercle déférent D dont le centre Δ est distinct du centre du Monde. La rotation de l'astre V sur l'épicycle ε est, d'ailleurs, de même sens que la rotation du centre γ sur le déférent D.

En admettant une semblable hypothèse, Ptolémée n'innove pas ; nous avons vu au § V qu'elle avait été adoptée déjà, sinon par Hipparque, du moins par des astronomes qui vivaient avant Pline l'Ancien.

Mais à ces hypothèses connues depuis un siècle au moins, Ptolémée en adjoint une autre qu'il paraît avoir conçue le premier, et qui s'écarte grandement des règles imposées à l'Astronomie mathématique par les Pythagoriciens et par Platon.

Selon ces règles, le point γ doit décrire le déférent D d'un mouvement uniforme et l'astre V doit décrire l'épicycle ε d'un mouvement également uniforme. Pour préciser, on doit imaginer que la ligne γV décrit, autour du point γ, des angles égaux en des

1 Claude Ptolémée, *Composition mathématique,* livre X, ch. II ; éd. Halma, t. II, pp. 196 seqq. ; éd. Heiberg, pars II, Γ', β', pp. 299-302.

temps égaux, et que l'épicycle, sur lequel la planète se meut suivant cette règle, est invariablement lié au rayon vecteur ΔΛγΒ qui, en des temps égaux, décrit, autour du point Δ, des angles égaux.

Que telle soit bien la stricte exigence du principe admis jusqu'alors par tous les mathématiciens, nous avons entendu Ptolémée lui-même le déclarer, de la manière la plus formelle dans un texte [1] que nous avons cité au paragraphe précédent et dont nous pouvons reproduire ici le passage essentiel : « Il faut, tout d'abord, poser en principe que les mouvements des astres errants... sont tous, par nature, circulaires et uniformes. Voici ce qu'il faut entendre par là : Les droites que l'on conçoit comme faisant tourner les astres ou bien encore les cercles qui portent ces astres, en toutes circonstances et uniformément, couvrent, en des temps égaux, des angles égaux, et cela autour du centre de chacun des mouvements circulaires — Προληπτέον καθόλου, διότι καὶ αἱ τῶν πλανομένων..... μετακινήσεις,..... ὁμαλαὶ μέν εἰσιν πᾶσαι καὶ ἐγκύκλιοι τῇ φύσει, τουτέστιν αἱ νοούμεναι περιάγειν εὐθεῖαι τοὺς ἀστέρας ἢ καὶ τοὺς κύκλους αὐτῶν ἐπὶ πάντων ἁπλῶς ἐν τοῖς ἴσοις χρόνοις ἴσας γωνίας ἀπολαμβάνουσιν πρὸς τοῖς κέντροις ἑκάστης τῶν περιφορῶν ».

Or, le même Ptolémée, qui a si formellement posé ou, mieux, rappelé ce principe, écrit [2], dans sa théorie de Vénus : « Comme il n'est pas certain que ce soit autour du point Δ que s'effectue le mouvement uniforme de l'épicycle..... Ἐπεὶ δ' ἄδηλον, εἰ περὶ τὸ Δ σημεῖον ἡ ὁμαλὴ τοῦ ἐπικύκλου κίνησις ἀποτελεῖται..... » Voilà donc révoquée en doute l'une des parties essentielles de la règle que Platon et les Pythagoriciens avaient assignée à l'Astronomie mathématique, et que tous les géomètres avaient respectée jusqu'alors.

A l'hypothèse platonicienne, qu'il délaisse, voici celle que substitue Ptolémée :

Sur le déférent excentrique D (fig. 9) dont Δ est le centre, distinct du centre T de la Terre et du Monde, considérons le point *c* le plus éloigné de la Terre, celui qu'au Moyen-Age, on nommera l'*auge*, et le point *o* le plus rapproché de la Terre, *l'opposé de l'auge*. Considérons l'épicycle *e* au moment où son centre se trouve au point *c*. Marquons, à ce moment, le diamètre *abc* qui se trouve dirigé suivant la ligne qui joint le centre Δ de l'excentrique au centre T du Monde. Ce diamètre, nous allons le

1. CLAUDE PTOLÉMÉE, *Composition mathématique,* livre III, ch. III ; éd. Halma, t. I, p. 170 ; éd. Heiberg, pars I, Γ', γ', p. 216.
2. CLAUDE PTOLÉMÉE, *Composition mathématique,* livre X, ch. III ; éd Halma, t. II, p. 199 ; éd. Heiberg, pars II, Ι', γ', p. 302.

supposer invariablement lié à l'épicycle. Tandis que l'épicycle se déplacera, l'extrémité *b* de ce diamètre marquera, sur la circonférence de ce petit cercle, l'origine invariable qui permettra de repérer le mouvement uniforme de la planète sur l'épicycle.

Lorsque l'épicycle vient occuper une position quelconque ε, dont le centre γ se trouve sur le déférent excentrique D, le diamètre en question vient occuper la position βγα. Ptolémée suppose que le prolongement de la ligne βγα vient passer non pas au centre Δ du déférent, mais en un certain point fixe C du diamètre ΔT; il suppose que l'épicycle se meut de telle sorte que, pendant que son centre γ parcourt le déférent, la ligne Cγ tourne, avec une vitesse angulaire uniforme, autour du point C.

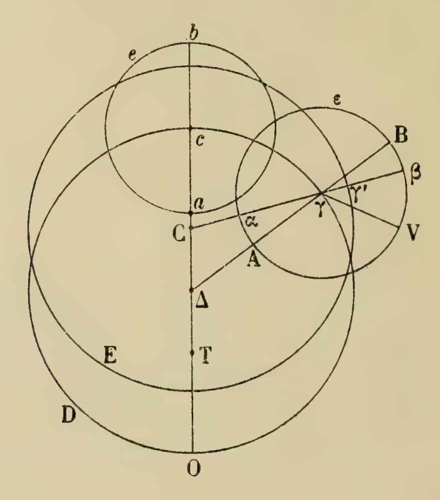


Fig. 9.

Le centre γ de l'épicycle ne marche donc plus avec une vitesse constante sur la circonférence D du déférent. Si, du point C comme centre, on décrit une circonférence E et si, sur cette circonférence, on marque le point γ' où elle est rencontrée par le rayon Cγ, ce point γ' décrira la circonférence E avec une vitesse constante. Au Moyen-Age, le cercle E recevra le nom de *cercle qui égalise* le mouvement de l'épicycle, *circulus æquans* ; il est d'usage de traduire cette dénomination par celle d'*équant* ; le point fixe C est le *centre de l'équant*.

Par le mouvement uniforme de la planète sur son épicycle, ce n'est plus l'angle BγV, mais l'angle βγV qui croît proportionnellement au temps écoulé.

Ptolémée détermine [1], au moyen des observations qui ont été faites sur la planète Vénus, la position que le centre C de l'équant doit occuper sur le diamètre qui joint la Terre T au centre Δ de l'excentrique ; il trouve que des deux longueurs TC et TΔ, la première est double de la seconde, en sorte que, par rapport au centre Δ de l'excentrique, le centre de l'équant est symétrique du centre de la Terre.

Tel est l'artifice par lequel Ptolémée est parvenu à sauver les mouvements apparents de Vénus, avec une exactitude que de longs siècles ont jugée suffisante, mais au prix d'un grave manquement aux règles que les astronomes avaient jusqu'alors respectées.

Un artifice tout semblable lui sert à établir [2] la théorie des trois planètes supérieures, Mars, Jupiter et Saturne : « Pour les trois autres planètes, celle de Harès, celle de Zeus et celle de Kronos, nous avons trouvé que l'hypothèse du mouvement était unique, et qu'elle était semblable à celle que nous avons conçue pour l'astre d'Aphrodite ; c'est-à-dire à l'hypothèse selon laquelle le cercle excentrique, sur lequel le centre de l'épicycle est constamment porté, est décrit d'un centre qui est le point milieu de l'intervalle entre le centre du zodiaque et le centre qui rend uniforme le mouvement révolutif du centre de l'épicycle ».

La théorie de Mercure, la théorie de la Lune exigent des combinaisons plus compliquées ; mais l'infraction qui s'y trouve commise aux préceptes de Platon et des Pythagoriciens est semblable à celle qui marque les théories de Vénus, de Mars, de Jupiter et de Saturne.

La planète Mercure M (fig. 10) se meut uniformément sur un cercle épicycle, qu'elle parcourt en un temps égal à la durée de révolution synodique ; mais le cercle déférent D, que le centre γ de cet épicycle parcourt en un an, d'Occident en Orient, n'est plus, comme dans les cas précédents, un excentrique fixe ; c'est un excentrique mobile dont le centre Δ parcourt, d'un mouvement uniforme dont la durée est également d'un an, mais dont le sens de rotation est opposé à celui des deux mouvements précédents, un cercle A de centre Z [3]. Le rayon de ce cercle A est la moitié de la distance qui sépare le point Z du centre T du Monde [4].

1. CLAUDE PTOLÉMÉE, *Composition mathématique*, livre X, ch. III ; éd. Halma, t. II, pp. 199-201 ; éd. Heiberg, pars II, Ι′, γ′, pp. 302-306.
2 CAUDE PTOLÉMÉE, *Composition mathématique*, livre X, ch. VI ; éd. Halma, t. II, p. 210 ; éd. Heiberg, pars II, Ι′, ς′, p. 316.
3. CLAUDE PTOLÉMÉE, *Composition mathématique*, livre IX, ch. VIII ; éd. Halma, t. II, p. 175 ; éd. Heiberg, pars II, Θ′, η′, p. 273.
4. CLAUDE PTOLÉMÉE, *Composition mathématique*, livre IX, ch. IX ; éd. Halma, t. II, p. 179 ; éd. Heiberg, pars II, Θ′, θ′, p. 277.

Le mouvement de la planète M sur l'épicycle ε, le mouvement du centre Δ de l'excentrique mobile sur le petit cercle A sont tous deux uniformes ; mais il n'en est pas de même du mouvement du centre γ de l'épicycle sur l'excentrique mobile D.

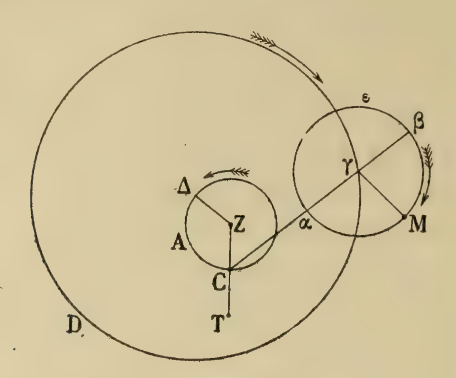


Fig. 10.

Prenons [1] le point C, milieu de la ligne ZT, partant le point où cette ligne est coupée par le cercle A ; ce point sera le centre de l'équant ; la ligne Cγ qui joint ce point au centre γ de l'épicycle tournera d'Occident en Orient, avec une vitesse angulaire uniforme, de manière à accomplir une révolution complète en un an.

La Lune L (fig. 11) parcourt d'un mouvement uniforme un cercle épicycle ε. Le centre γ de cet épicycle parcourt, d'Occident en Orient, un déférent D qui est un excentrique mobile. Le centre Δ de cet excentrique est constamment situé sur l'intersection de son plan avec le plan de l'écliptique, à une distance invariable du centre T de la Terre et du Monde. Autour de ce dernier centre, il décrit d'Orient en Occident, et d'un mouvement uniforme, un petit cercle A [2].

Le point C, diamétralement opposé au point Δ sur le cercle A, est le centre de l'équant [3]. Le centre γ de l'épicycle décrit le déférent D de telle sorte que la ligne Cγ tourne uniformément d'Occident en Orient autour du point C, tandis que le point C lui-même tourne uniformément d'Orient en Occident, mais avec une vitesse différente, autour du point T.

1. Claude Ptolémée, *loc. cit.*
2. Claude Ptolémée, *Composition mathématique,* livre V, ch. II ; éd. Halma, t. I, pp. 288-289 ; éd. Heiberg, pars I, Ε', β', p. 356.
3. Claude Ptolémée, *Composition mathématique,* livre V, ch. V ; éd. Halma, t. I, p. 308 ; éd. Heiberg, pars I, Ε', ε', p. 368.

La ligne CTΔ est évidemment la ligne des nœuds de l'orbite lunaire ; le mouvement du point C sur le cercle A a pour objet de sauver le mouvement rétrograde de la ligne des nœuds, si bien connu dès le temps d'Eudoxe.

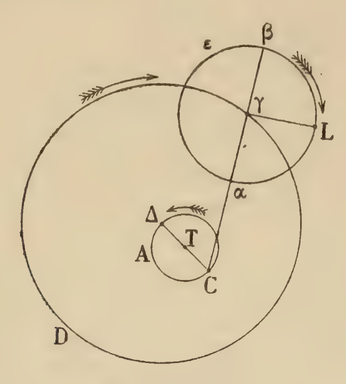


Fig. 11.

Telle est, en ses traits essentiels, la théorie des planètes composée par Ptolémée. Il conviendrait, si nous voulions la connaître plus exactement, que nous ajoutions bien des détails à la description qui vient d'en être donnée. A l'exemple de ce que Ptolémée a fait dans la plus grande partie de la *Syntaxe*, nous avons supposé que, pour chaque planète, l'épicycle et le déférent fussent constamment dans un même plan ; en réalité, il n'en est pas ainsi ; le plan d'épicycle est incliné d'un petit nombre de degrés sur le plan du déférent, et cette inclinaison varie tandis que le centre de l'épicycle parcourt l'excentrique. L'invention d'une combinaison de mouvements propre à sauver ces changements d'inclinaison de l'épicycle semble avoir grandement préoccupé Ptolémée. Les deux premiers chapitres du XIIIe livre de la *Syntaxe* sont consacrés à la description d'une première combinaison ; celle-ci, qui est assez compliquée, a sans doute déplu à Ptolémée, car quelques années plus tard, il en a proposé une autre, beaucoup plus simple, dans son écrit intitulé *Hypothèses des planètes*.

Nous n'exposerons pas ici ces mécanismes destinés à produire les variations qu'éprouve l'inclinaison de l'épicycle de chacune des planètes ; dans un prochain chapitre, nous aurons occasion de les étudier [1]. Bornons-nous à dire qu'il serait difficile de les regarder comme soumis aux principes que Platon, que les Pythagoriciens avaient formulés. Mieux qu'aucun géomètre ne l'avait fait avant lui,

1. Voir : Chapitre XII, § VII.

Ptolémée est parvenu à sauver les mouvements apparents des astres errants ; mais pour y parvenir, il a posé des hypothèses qui n'étaient point d'exclusives combinaisons de mouvements circulaires et uniformes. Il n'a pas hésité à employer d'autres artifices cinématiques, sous la seule condition qu'ils lui parussent simples et commodément adaptés aux calculs.

Telle est bien, en effet, la conclusion à laquelle s'était rallié Ptolémée.

L'Astronome de Péluse, en abordant la construction de la *Grande Syntaxe mathématique*, avait conçu, de la Science, un idéal qui fût conforme à la pensée de Platon. Il rêvait alors d'une théorie si logiquement et si rigoureusement agencée qu'elle pût défier les contradictions des hommes et demeurer immuable à travers les siècles. Cette théorie, il voulait lui donner pour base inébranlable l'axiome posé par les disciples de Pythagore et par Platon : Il faut sauver tous les mouvements apparents des corps célestes par des combinaisons de mouvements circulaires et uniformes. Mais les exigences impérieuses des données de l'observation, la complexité des phénomènes à sauver l'ont contraint d'abandonner cet axiome, comme elles avaient contraint ses prédécesseurs d'abandonner l'axiome péripatéticien : Il faut sauver tous les mouvements apparents des corps célestes par des rotations uniformes de sphères homocentriques au Monde. Il a dû renoncer à exiger des hypothèses astronomiques qu'elles rejetassent tout mouvement qui ne fût pas circulaire et uniforme ; il a dû renoncer à leur imposer une forme conçue *a priori*, pour leur demander seulement d'être aussi simples que possible et de sauver les apparences aussi exactement que possible ; et, du même coup, il a dû renoncer à l'espoir de construire une Astronomie immuable et éternelle ; il a entrevu que pour sauver de mieux en mieux des apparences de mieux en mieux observées, il faudrait, de temps en temps, à des hypothèses devenues insuffisantes, substituer de nouvelles hypothèses plus complexes. C'est pas cette conclusion, fruit de son expérience, qu'il exprimait en ces termes [1] : « Chacun doit s'efforcer de faire concorder du mieux qu'il peut les hypothèses les plus simples avec les mouvements célestes ; mais si cela ne réussit point, il doit prendre celles des hypothèses qui s'adaptent aux faits. — Ἀλλὰ πειρᾶσθαι μὲν ὡς ἔνι μάλιστα τὰς ἁπλουστέρας τῶν ὑποθέσεων ἐφαρμόζειν ταῖς ἐν τῷ οὐρανῷ κινήσεσιν, εἰ δὲ μὴ τοῦτο προχωροίη, τὰς ἐνδεχομένας. »

1. Claude Ptolémée, *Composition mathématique*, livre XIII, ch. II ; éd. Halma, t. II, p. 374 ; éd. Heiberg, pars II, ΙΓ', β', p. 532.

ERRATA DU TOME I

Page 12, ligne 18, *au lieu de* : Strobée, *lire* : Stobée.
p. 21, ligne 24, *au lieu de* : Bouillaud, *lire* : Boulliaud.
p. 68, ligne 28, *au lieu de* : Sinhind, *lire* : Sindhind.
p. 69, ligne 7, *au lieu de* : Massoudy, *lire* : Massoudi.
p. 97, ligne 3 de la note 2, *au lieu de* : δοξαζεται, *lire* : δοξάζεται.
p. 144, ligne 9, *au lieu de* : peut servir, *lire* : serve.
p. 243, ligne 33, *au lieu de* : Cittium, *lire* : Citium.
p. 259, ligne 33, *au lieu de* : Dεοὶ, *lire* : Περὶ.
p. 272, ligne 7 de la note 2, *au lieu de* : secretione, *lire* : secretiore.
p. 390, ligne 3, *au lieu de* : Χαριστὶων, *lire* : Χαριστίων.
p. 410, ligne 17, *au lieu de* : Cappella, *lire* : Capella.

TABLE DES AUTEURS CITÉS DANS CE VOLUME

A

1. L'indication : n, après le numéro de la page, désigne une note au bas de cette page.

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

R

S

T

V

W

X

Z

TABLE

DES MANUSCRITS CITÉS DANS CE VOLUME

TABLE DES MATIÈRES DU TOME PREMIER

PREMIÈRE PARTIE

LA COSMOLOGIE HELLÉNIQUE

CHAPITRE PREMIER

L'ASTRONOMIE PYTHAGORICIENNE

CHAPITRE II

LA COSMOLOGIE DE PLATON

CHAPITRE III

LES SPHÈRES HOMOCENTRIQUES

CHAPITRE IV

LA PHYSIQUE D'ARISTOTE

CHAPITRE V

LES THÉORIES DU TEMPS, DU LIEU ET DU VIDE APRÈS ARISTOTE

CHAPITRE VI

LA DYNAMIQUE DES HELLÈNES APRÈS ARISTOTE

CHAPITRE VII

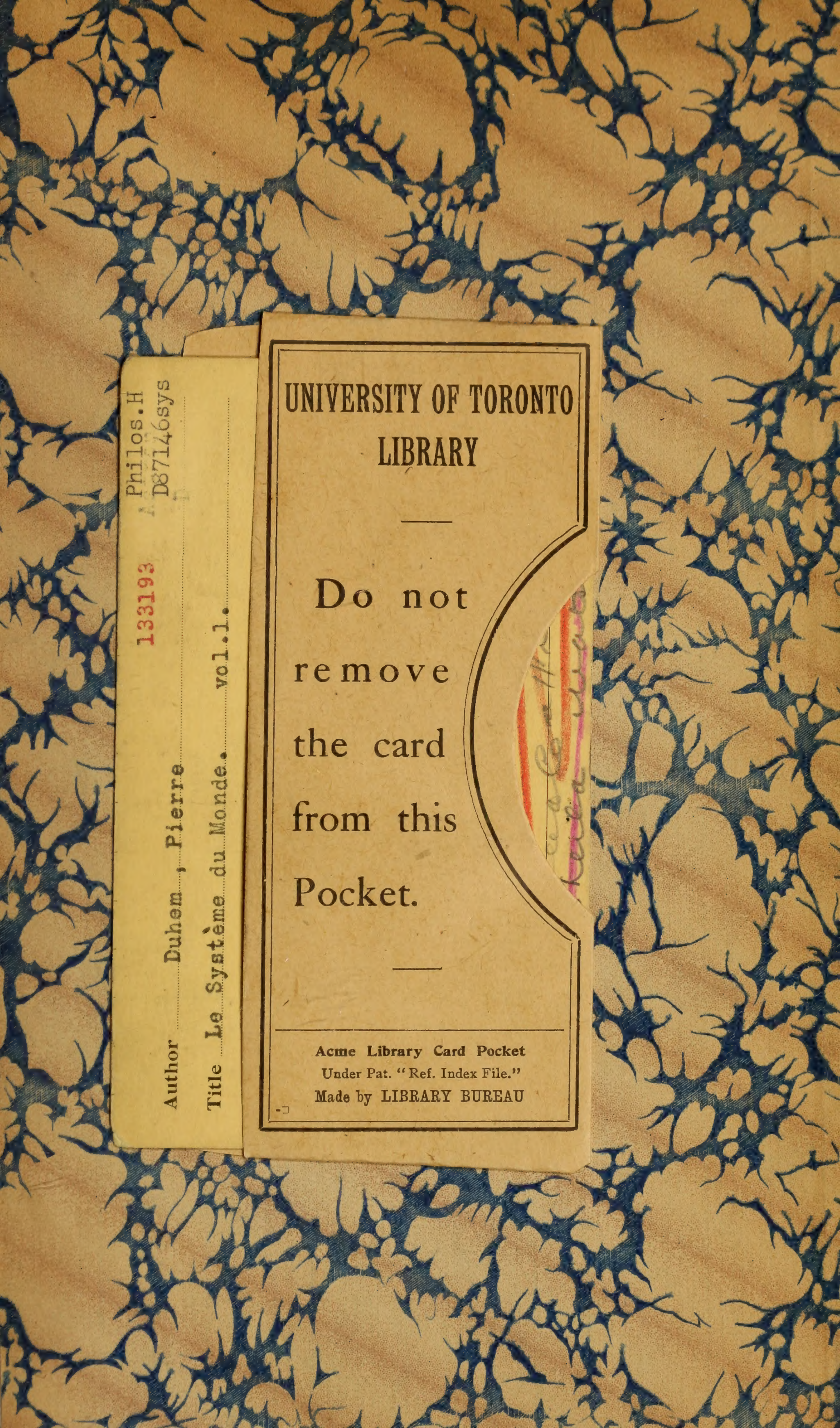
LES ASTRONOMIES HÉLIOCENTRIQUES

CHAPITRE VIII

L'ASTRONOMIE DES EXCENTRIQUES ET DES ÉPICYCLES

LAVAL. — IMPRIMERIE L. BARNÉOUD ET Cie.




UNIVERSITY OF TORONTO
LIBRARY
Do not remove the card from this Pocket.
Acme Library Card Pocket
Under Pat. "Ref. Index File."
Made by LIBRARY BUREAU
Philos.H
D87146sys
133193
Author Duhem, Pierre
Title Le Système du Monde. vol.1.

